

532,592

PCT/PTO

25 APR 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/038291 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F23D 11/40

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2003/000691

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
1777/02 23. Oktober 2002 (23.10.2002) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SWISS E-TECHNIC AG [CH/CH]; CH-7303 Mas-
trils (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FÜLLEMANN, Jörg
[CH/CH]; Lindenhof, CH-7303 Mastriils (CH).

(74) Anwälte: WALDER, Martin, B. usw.; Riederer Hasler &
Partner Patentanwälte AG, Elestastrasse 8, CH-7310 Bad
Ragaz (CH).

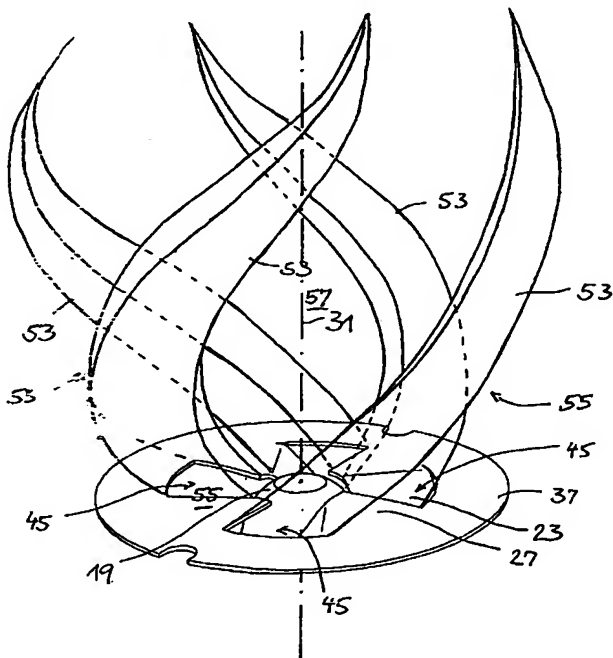
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMBUSTION METHOD AND BURNER HEAD, BURNER COMPRISING ONE SUCH BURNER HEAD, AND
BOILER COMPRISING ONE SUCH BURNER HEAD

(54) Bezeichnung: VERBRENNUNGSVERFAHREN UND BRENNERKOPF, SOWIE BRENNER MIT EINEM SOLCHEN
BBRENNERKOPF UND HEIZKESSEL MIT EINEM SOLCHEN BRENNERKOPF



15

(57) Abstract: The invention relates to a burner head comprising at least two, preferably four, openings (45) in a disk (37), said openings having homogeneously inclined guide blades (23) for supplying incoming air in the form of crossing incoming air jets (53) in the direction of an axis (31) to a combustion chamber (15). Blocking blades (27) for forming peripheral low-pressure zones (55) between the incoming air jets (53) are embodied between the openings (45). The incoming air jets (53) are guided by the guide blades (23) in an inclined position in relation to the axis (31). In this way, the incoming air jets (53) diverge and cause a central low-pressure zone (57) around the axis (31) between the incoming air jets (53). The central low pressure and the incline of the incoming air jets cause the incoming air to rotate. During the operation of the burner, external hot gases are sucked into the peripheral low pressure zones (55) and, against the direction of flow of the incoming air, into the central low-pressure zone (57) between the incoming air jets (53). Said flow conditions create ideal conditions for the combustion of gaseous, liquid and/or particulate fuel in a quiet, cool flame containing a low level of harmful substances. Said combustion can be achieved practically independently of the size and shape of the combustion chamber, and of the pressure conditions in the combustion chamber for combustion instal-

lations of between 16 kW and 1000 kW or more.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/038291 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Ein Brennerkopf weist in einer Blende (37) wenigstens zwei, vorzugsweise vier Öffnungen (45) mit einheitlich geneigten Leitschaufeln (23) für die Zuführung von Zuluft in Richtung einer Achse (31) zu einem Feuerraum (15) in Form von einander im Raum kreuzenden Zuluftstrahlen (53) auf. Zwischen den Öffnungen (45) sind Stauschaufeln (27) zur Bildung von peripheren Unterdruckzonen (55) zwischen den Zuluftstrahlen (53) ausgebildet. Die Zuluftstrahlen (53) sind durch die Leitschaufeln (23) in eine bezüglich der Achse (31) geneigte Lage gelenkt. Somit divergieren die Zuluftstrahlen (53) und bewirken dadurch eine zentrale Unterdruckzone (57) um die Achse (31) zwischen den Zuluftstrahlen (53). Durch den zentralen Unterdruck und die Neigung der Zuluftstrahlen wird eine Rotation der Zuluft erreicht. Im Betrieb des Brenners werden Heissgase von aussen in die peripheren Unterdruckzonen (55) und entgegen der Strömungsrichtung der Zuluft in die zentrale Unterdruckzone (57) zwischen die Zuluftstrahlen (53) eingesogen. Diese Strömungsverhältnisse schaffen ideale Verhältnisse für die Verbrennung von gasförmigem, flüssigem und/oder partikelförmigem Brennstoff in einer ruhigen, kühlen und schadstoffarmen Flamme. Diese Verbrennung ist praktisch unabhängig von der Feuerraumgrösse und Feuerraumform, sowie von den Druckverhältnissen im Feuerraum für Feuerungsanlagen von 16 kW bis 1000 kW oder mehr Leistung erreichbar.

Verbrennungsverfahren und Brennerkopf, sowie Brenner mit einem solchen Brennerkopf und Heizkessel mit einem solchen Brennerkopf

Im klassischen Ölbrenner wird das Heizöl mit hohem Druck in die in den Feuerraum einströmende
5 Zuluft eingespritzt. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Luft und Öltröpfchen begünstigt eine
Verdampfung des Öls und führt damit zu einer Verkleinerung des Öltröpfchens, bis schliesslich die
Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Luft und Öltröpfchen verschwunden ist. Mit abnehmender
Geschwindigkeit bildet die verdampfte Flüssigkeit um den Tropfen herum ein Gemisch aus
Brennstoffdampf und Luft mit zunehmendem Brennstoffdampfanteil. Die Entflammbarkeit des
10 Gemisches nimmt während des Verdampfungsprozesses zu. Durch die Wärme der im Brenner bereits
bestehenden Flamme entzündet sich dieses zunehmend leichter entflammbare Gemisch.

Damit sich die Flammen nicht vom Brennerkopf löst, wird bei Gelbbrennern zentral oder ringförmig um
einen zentralen Bereich herum mit einer Stauscheibe eine Unterdruckzone geschaffen. Dieser
15 Unterdruckzone wird eine geringere Menge, in Rotation versetzte Zuluft zugeführt. In diese
Unterdruckzone wird auch der Brennstoff eingesprüht. Er brennt in diesem Flammenkern unter
Sauerstoffmangel. Sekundärluft wird zentral und/oder durch einen Ringschlitz rund um diese
Unterdruckzone in relativ grosser Menge zugeführt und erlaubt die Verbrennung des gesamten
zugeführten Brennstoffes in einer langgestreckten Flamme. Dank der zentralen Unterdruckzone und der
20 diese umhüllenden Frischluftzufuhr wird der Flammenkern und damit die gesamte Flamme gegen die
Stauscheibe gesogen. Dadurch hält die Flamme stromab der Stauscheibe und löst sich nicht von dieser.

Es wird jedoch bei dieser Verbrennung eine hohe Flammentemperatur erreicht. Diese hohe Temperatur
führt einerseits zu Verkockungen der Brennstoffdüse, was die Betriebssicherheit beeinträchtigt, und
25 andererseits zu günstigen Bedingungen für die Verbindung von Luftstickstoff und Luftsauerstoff. Es
entsteht bei einer solchen Verbrennung daher eine übermässige Konzentration von Stickoxiden (NO_x).
Bei dieser Verbrennung leuchtet die Flamme gelb. Das gelbe Licht wird von glühendem Kohlenstoff
ausgestrahlt, der infolge einer Zersetzung des Brennstoffs entsteht.

Man hat herausgefunden, dass die Konzentration der entstehenden Stickoxide sehr stark abhängig ist
von der Verbrennungstemperatur. Eine Senkung um je 100 °C setzt die NO_x-Konzentration auf den
30 halben Wert herab. Gelingt es also, die Verbrennungstemperatur um 300 °C zu senken, so ist die NO_x-
Konzentration gegenüber der gelben Flammenverbrennung noch etwa 1/8.

Eine Kühlung der Flamme wird durch einen Überschuss an Zuluft, eine gezielte Rezirkulation von
Abgasen und/oder durch eine räumliche Trennung von Verdampfungszone und Mischungszone von
35 der Verbrennungszone erreicht.

Um die NO_x-Werte im Rauchgas bei der Verbrennung von Heizöl zu senken, wurden sogenannte Blaubrenner entwickelt. Bei den Blaubrennern ist die Verbrennungszone möglichst getrennt von der Verdampfungs- und Mischzone. Dabei wird der Brennstoff in der Zuluft oder in einem Gemisch aus Zuluft und Verbrennungsgas verdampft und danach verbrannt. Bei den Brennern, welche eine nahezu stöchiometrische Verbrennung ermöglichen, muss eine Rezirkulation der Abgase vorgesehen sein.

Aus der EP-A-0 321 809 (Brown Boveri AG) ist ein Verfahren und ein Brenner für die vormischartige Verbrennung von flüssigem Brennstoff in einem Brenner bekannt. Der Brenner weist zwei sich ergänzende Teilkegelkörper auf, die sich zu einem Hohlkegel ergänzen und zwischen denen tangentiale Lufteintrittschlitze vorliegen. Die hohlen Teilkegelkörper besitzen eine in Strömungsrichtung zunehmende Kegelneigung. Die Kegelachsen der Teilkegelkörper sind voneinander beabstandet und zwischen diesen Kegelachsen ist eine Brennstoffdüse vorhanden, die einen flüssigen Brennstoff in einem Winkel in den Hohlkegel einspritzt, der gewährleistet, dass der Brennstoff die Hohlkegelwandung nicht benetzt. Durch die tangentialen Lufteintrittschlitze wird Luft zugeführt, die einen Mantel um den Brennstoffnebel bildet und um den Brennstoffkegel rotiert. Das Brennstoff-Luft-Gemisch erreicht im Bereich des Wirbelaufplatzens, beziehungsweise im Bereich einer zentralen Rückströmungszone im Mündungsbereich des Hohlkegels, die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt des Wirbels. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmungszone.

Die niedrigsten Schadstoffemissionswerte werden mit diesem Brenner erreicht, wenn die Verdampfung vor dem Eintritt in die Verbrennungszone abgeschlossen ist. Dies gilt ebenso für eine Verbrennung mit einem Luftüberschuss von 60% wie auch bei Ersatz dieses Luftüberschusses durch rezirkuliertes Abgas. Wie die Abgase rezirkuliert werden, ist der Schrift nicht zu entnehmen. Bei der Gestaltung der Teilkegelkörper hinsichtlich deren Kegelneigung und der Breite der tangentialen Lufteintrittschlitze sind enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Luft mit ihrer Rückströmzone im Bereich der Brennermündung zur Flammenstabilisierung einstellt.

Gemäss der EP-A-0 491 079 (Asea Brown Boveri AG) ist ein Nachteil dieses Brenners, dass er in einigen Fällen von atmosphärischen Feuerungsanlagen nicht zum Einsatz gebracht werden kann. Daher schlägt diese Schrift einen Brennerkopf vor, der minimale Schadstoff-Emissionen aufweist, und bei dem durch die Formgebung des Brennerkopfes sowie die Führung der Zuluft durch den Brenner sich am Ende einer Vormischzone im Zentrum und/oder an Aussenrand des Feuerraumes eine Stabilisation der Flamme einstellt. Offenbar war die Flammenstabilität des Brenners gemäss der EP-A-0 321 809 ungenügend.

Der Brennerkopf gemäss der EP-A-0 491 079 weist eine Brennstofflanze mit einer Brennstoffdüse auf. Um diese herum ist ein Zuluftkanal angeordnet. Abströmseitig schliesst dieser mit einer Blende ab. Um diesen ersten Zuluftkanal ist ein weiterer Zuluftkanal angeordnet. Dieser zweite Zuluftkanal ist abströmseitig mit einer Anzahl von Leitorganen versehen. Abströmseitig der Brennstoffdüse ist ein

Feuerraum vorhanden, der in Abströmrichtung aus einem Vormischrohr und einem daran anschliessenden und gegenüber diesem im Durchmesser erweiterten Ausbrandrohr besteht. Eine Flammenstabilisation kann bei Bedarf durch Einbringen eines Störkörpers stromab der Vormischzone erreicht werden.

5

Im Betrieb dieses Brenners wird ein Teil der Zuluft über mindestens eine Blende in eine stromab einer Brennstoffdüse gelegene Vormischzone eingeströmt. Ein weiterer Teil der Zuluft erhält vor Einströmung in die Vormischzone durch eine Anzahl von Leitorganen einen Drall und wird anschliessend mit einem rückgeführten Abgas vermischt. Stromab der Vormischzone bildet sich am Übergang von Vormischrohr zu Ausbrandrohr ein Wirbelring, der eine am Ende der Vormischzone sich bildende Wirbelrückströmzone umgibt. Die Initialzündung des Gemisches aus Zuluft und Brennstoff geschieht im Wirbelring.

Von der Vermischung des Brennstoffes mit einem Gemisch aus Zuluft und Rezirkulationsgas abweichend beschreibt die EP-A-0 867 658 ein Verfahren zur Verbrennung von flüssigem Brennstoff, bei dem der Brennstoff zuerst in rückgeführtem Abgas verdampft wird, und erst danach das Gemisch von Brennstoffgas und Abgas mit der mit einem Drall versehenen, in einem zentralen Strahl zugeführten Frischluft verwirbelt und entflammt wird. Der Drall wird dadurch erreicht, dass eine um die Brennstoffdüse herum angeordnete ringförmige Öffnung in der Stauscheibe mit Drall erzeugenden Leitflächen versehen ist. Mit der Luftführung wird ein Unterdruck erreicht, dank dem Rezirkulationsgase in das Flammrohr angesaugt werden. Diese Verbrennung zeichnet sich durch vorher nicht erreichte, tiefste Schadstoffemissionswerte aus. Zur Bildung einer Vergasungszone mit sauerstoffarmem Heissgas und zur Flammenstabilisierung ist ein Flammrohr vorgesehen. Stromauf sind am Flammrohr Rezirkulationsöffnungen vorhanden. Am abströmungsseitigen Ende des Flammrohres ist eine Verengung des Rohrdurchmessers ausgebildet, die der Flamme Halt gibt.

Nachteilig an diesen und weiteren Brennern ist, dass zur Stabilisierung der Flamme ein Flammrohr notwendig ist. Flammrohre sind sehr belastete Teile, die durch den Gebrauch der Feuerungsanlage abgenutzt werden.

30

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Verbrennungsverfahren und einen Brennerkopf für einen eine nahezu stöchiometrische Verbrennung erlaubenden Low-NO_x-Brenner vorzuschlagen, welche gewährleisten, dass der Brennerkopf ohne Flammrohr auskommt und dennoch eine gute Stabilität der Flamme erreicht ist, und dass der Brennerkopf praktisch unabhängig der Gegebenheiten eines Feuerraumes oder Kesselraumes einsetzbar ist und auf jeden gewünschten Leistungsumfang angepasst werden kann.

35

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Verfahrensanspruchs 1 bzw. durch die Merkmale des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs 7 erfüllt.

Bei dem Verfahren zum Verbrennen eines Brennstoffes werden Brennstoff und Zuluft einem Feuerraum zugeführt und im Feuerraum entzündet. Die Verbrennung geschieht in einer kühlen und daher blauen Flamme und mit niedrigen Schadstoffemissionswerten. Die Zuluft wird dabei in einer Mehrzahl von
5 voneinander beabstandeten, einander im Raume kreuzenden, divergierenden Zuluftstrahlen in den Verbrennungsraum geblasen. Im Feuerraum werden dadurch einerseits zwischen jeweils zwei Zuluftstrahlen Unterdruckzonen und andererseits auch zentral zwischen den divergierenden Zuluftstrahlen eine zentrale Unterdruckzone geschaffen. Im Feuerraum vorliegende sauerstoffarme Abgase werden daher von Aussen in die Unterdruckzonen zwischen die Zuluftstrahlen eingesogen und
10 vermischen sich mit der Zuluft. Diese Zuführung von Rezirkulationsgasen von aussen zur Flamme wird im Folgenden äussere Rezirkulation genannt. Zusätzlich zur äusseren Rezirkulation werden sauerstoffarme Abgase axial und entgegen der Strömungsrichtung der Zuluft bzw. des Zuluft-Abgas-Gemisches in die zentrale Unterdruckzone eingesogen. Diese axiale Zuführung wird im Folgenden
innere Rezirkulation genannt.

Die einander im Raum kreuzenden Zuluftstrahlen kreuzen auch eine gemeinsame Mittelachse im Raum. Dank der Neigung der Zuluftstrahlen bezüglich einer die gemeinsame Mittelachse enthaltenden und den Zuluftstrahl schneidenden Ebene bewirken die Zuluftstrahlen eine Rotation der Zuluft um die Mittelachse.

Der Brennerkopf weist eine Stauscheibe auf, mit der ein Zuluftkanal eines Blaubrenners abströmseitig abgeschlossen werden kann. In der Stauscheibe sind wenigstens zwei Öffnungen einander gegenüberliegend, vorzugsweise je nach Brennerleistung drei, vier, fünf, sechs, sieben oder acht
20 Öffnungen ringförmig angeordnet. Bei kleinen Leistungen können gegebenenfalls bis zu 12 Öffnungen vorgesehen sein. Diese sind mit Leitschaukeln zur Leitung der durch die Öffnungen aus dem Zuluftkanal ausströmenden Luft in Form von einander im Raum kreuzenden und divergierenden Zuluftstrahlen ausgerüstet. Zwischen den Leitschaukeln sind Stauschaukeln ausgebildet, um zwischen den Zuluftstrahlen Unterdruckzonen zu erreichen. Stromab der Stauscheibe ist ein Raum vorhanden, in welchem die Zuluftstrahlen ungehindert auseinanderströmen können. Die Leitschaukeln und
30 Stauschaukeln bilden vorzugsweise die letzten luftleitenden Teile vor der Flamme. Eine Flamme ist in der Folge ringsum von den im Feuerraum vorliegenden Abgasen umgeben. Gegebenenfalls kann ein kurzes Rohr um die Stauscheibe herum zur Dosierung der entlang oder nahe der Stauscheibe rezirkulierenden Abgase vorgesehen sein.

Es ist mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung gelungen, die strömungstechnischen und physikalisch-chemischen Voraussetzungen für eine stabile, praktisch stöchiometrische Verbrennung von Heizöl im Wesentlichen unabhängig der Feuerraumform und Feuerraumgrösse zu schaffen. Dabei geschieht die Verbrennung mit äusserst geringer Schadstoffbildung und es sind Brenner mit Leistungen für den Heizleistungsbedarf eines Einfamilienhauses bis hin zu einem solchen von Siedlungen oder

Industrieanlagen machbar. Da der Brenner kein Flammrohr besitzt, ist er praktisch wartungsfrei. Die Flamme schwebt gewissermassen in einem Abstand zur Stauscheibe und zur Düse im Feuerraum. Sie ist becherförmig und besitzt sehr weiche, ausgefranzte Konturen mit unzähligen Spitzen, die bezüglich der Becherform nach aussen und innen gerichtet sind. Die Verbrennung ist sehr leise und neigt kaum zu Pulsationen. Die gemessenen Schallpegelwerte bei der Verbrennung von Heizöl sind die leisesten überhaupt, verglichen mit den Schallpegelwerten der gebräuchlichsten Gelb- und Blaubrenner.

Eine Strömungsachse eines jeden Zuluftstrahls weist vorteilhaft einen minimalen Abstand zu einer den Zuluftstrahlen gemeinsamen Mittelachse aufweist. Der Abstand der Zuluftstrahlenachsen zur Mittelachse ist überall grösser als Null. Somit schneiden die Strömungsachsen die Mittelachse nicht. Die Strömungsachse ist bezüglich der Mittelachse vorzugsweise geneigt. Dies bewirkt einen Dralleffekt auf die Gas-Strömung im Flammenbereich. Dieser Drall dient dem Halt und der Stabilität der Flamme.

Der Winkel zwischen einer Mittelachse und den divergierenden Zuluftstrahlen kann durch die Winkellage der Leitschaufeln und durch die Winkellage der Stauschaufeln eingestellt werden. Abhängig von diesem Winkel der Zuluftstrahlen ist die Becherform der Flamme mehr oder weniger geöffnet. Bevorzugte halbe Scheitelwinkel eines in die Luftstrahlen eingeschriebenen und diese beim Eintritt in den Feuerraum tangierenden Kegels liegen zwischen 30 und 45 Grad. Die Flammenstabilität ist jedoch auch bei Winkeln von 20 oder 60 Grad noch nicht gefährdet. Die Strömungsachsen der Zuluftstrahlen nehmen einen Winkel zu einer Mantellinie eines die Zuluftstrahlenachse berührenden Kegels oder Zylinders ein. Da die Achsen der Zuluftstrahlen sich nicht in einem gemeinsamen Punkt auf der Mittelachse schneiden, bewirken die Zuluftstrahlen einen Drall um die Mittelachse. Die Zuluftstrahlenachsen liegen theoretisch in einer sich trompetentrichterförmig aufweitenden Rotationsfläche um die Mittelachse. Tatsächlich bildet sich aber wegen des mit dem Abstand zur Stauscheibe zunehmenden Querschnitts der Becherform der Flamme in deren Zentrum eine Unterdruckzone. Diese bewirkt, dass die Zuluftstrahlen und die dazwischen hineingefächerten rezyklierten Abgase keine Trompetentrichterform, sondern eine Tulpenform bilden. Die Zuluftstrahlen sind daher nicht geradlinig sondern rotieren um die Mittelachse, wobei sie bis zur Flammenspitze je nach Neigungswinkel der Zuluftstrahlenachse zur erwähnten Kegelmantellinie eine Rotation von 20 bis 120 Grad, vorzugsweise von etwa 90 Grad um die Mittelachse machen.

Die Zuluftstrahlen beginnen voneinander beabstandet und divergieren. Der minimale Abstand der Strahlenachsen von der Mittelachse kann stromauf, bei oder stromab der Stauscheibe liegen. Der Abstand zwischen den Zentren von zwei benachbarten Zuluftstrahlen ist in der Ebene der Stauscheibe vorteilhaft etwa doppelt so gross wie der mittlere Durchmesser des Querschnitts der Zuluftstrahlen. Diese Verhältnisse sind durch die Grösse der Öffnungen in der Stauscheibe, die Grösse der Stauschaufeln, aber auch die Neigung der Leitschaufeln einstellbar.

Von erwähntem Verhältnis kann in begrenztem Mass abgewichen werden. Es kann der Abstand der Zentren dem sechsfachen Strahldurchmesser, oder aber dem 1,5-fachen Strahldurchmesser entsprechen. Das Verhältnis der Querschnittflächen von Unterdruckzonen und Luftstrahlen kann variiert werden zwischen etwa 1 zu 2 bis 5 zu 1. Das Verhältnis der Querschnittflächen von Unterdruckzonen und Luftstrahlen unterschreitet bzw. übersteigt keinesfalls ein Verhältnis von 1 zu 3 bzw. 8 zu 1. Dabei bilden 70 bis 95%, vorzugsweise 80 bis 90% der Zuluft die Zuluftstrahlen. Die restliche Zuluft strömt gegebenenfalls zentral um einen Zentralkörper, z.B. die Brennstoffdüse, in den Feuerraum. Es kann auch bei grossen Leistungen eine Sekundärluft mit 10 bis 20% Volumenanteil der Zuluft durch einen Ringspalt in der oder um die Stauscheibe von Aussen an die Flamme herangeführt werden. Keinesfalls jedoch sind die Zuluftstrahlen um einen zentralen Zuluftstrahl herum angeordnet.

Um die gewünschte äussere Rezirkulation zu erreichen, scheinen die Dimensionen der Unterdruckzonen bedeutsam zu sein. Bei geringerer äusserster Breite der Stauschaufeln ist ein grösseres Druckgefälle zwischen der Zuluft und dem Feuerraumdruck oder ein grösserer Querschnitt der Unterdruckzonen insgesamt notwendig, um dieselbe Menge an Verbrennungsgas zu rezirkulieren. Eine bevorzugte äusserste Breite an der äusseren Basis von trapezförmigen Stauscheiben beträgt minimal 4 bis 7 und maximal 20 bis 22 mm, besonders bevorzugt 12 bis 18 mm. Einen bevorzugten kleinsten Abstand zwischen runden Öffnungen in einer Stauscheibe beträgt ebenfalls um 15 mm. Je nach Grösse des Durchmessers einer Stauscheibe oder je nach Abstand einander gegenüberliegender Zuluftstrahlen ergibt sich deshalb eine andere Teilung bezüglich Öffnungen und Stauschaufeln. Dabei sind bei grösseren Durchmessern und höheren Drücken der Zuluft geringere Abstände zwischen den Zuluftstrahlen möglich.

Ein dynamischer Überdruck der Zuluft gegenüber dem Feuerraumdruck von wenigstens 4 bis maximal 30 mbar, je nach dem ob der Brenner 20 oder 400 kW leisten muss, erlaubt die erforderlichen Luftmengen und Fördergeschwindigkeiten zu erreichen, die eine Bildung der die Flamme stabilisierenden Unterdruckzonen gewährleisten. Bei noch höheren Leistungen sind auch höhere Überdrücke einzusetzen.

Das erfindungsgemässe Verbrennungsverfahren eignet sich sowohl für Öl oder Gas als auch für Zweistoffbrenner. Gas wird stromauf der Stauscheibe der Zuluft beigemischt. Flüssiger Brennstoff wird vorteilhaft mit einer Düse mit Vollkegelcharakteristik oder Kegelmantelcharakteristik axial eingedüst. Es ist auch eine Düse mit einer Mischung von Vollkegelcharakteristik und Kegelmantelcharakteristik einsetzbar, bei der im Innern des Kegels der Brennstoff weniger dicht versprüht wird, am Rand jedoch dichter. Eine solche Charakteristik ist mit dem Begriff gemischte Charakteristik bezeichnet. Der Kegelscheitelwinkel der Düse misst mindestens 45, vorteilhaft 60 oder mehr und höchstens 90 Grad, vorzugsweise etwa 80 Grad.

Es ist sogar möglich, alternativ oder zusätzlich zum flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff feste Brennstoffpartikel (z.B. Kohlenstaub) der Zuluft beizumischen. Dadurch kann die Leistung des Brenners erhöht werden. Schlüsselkomponente des Verbrennungsverfahrens bildet der Brennerkopf mit integrierter Zuluftführung, wobei an den Brennerkopf stromab kein die seitliche Ausbreitung der Zuluftstrahlen und die äussere Rezirkulation behinderndes Flammrohr anschliesst.

Die Mischtemperatur von Zuluft, Abgas und Brennstoffdampf muss, in einer ersten Phase bis zur vollständigen Verdampfung des Brennstoffes unter der Zündtemperatur dieses Gemisches bleiben – d.h. die Rezirkulationsmenge darf nicht zu gross sein. Eine zu kleine Rezirkulationsmenge würde dagegen eine ungenügende Verdampfung und daher eine suboptimale Verbrennung mit relativ hohen Schadstoffwerten bedeuten. Erst wenn die drei Anteile ein homogenes Gasgemisch gebildet haben, soll mit einer zweiten Rezirkulation möglichst heisser Gase die Zündung eingeleitet werden.

Mit der oben erwähnten ersten Rezirkulation nicht zu heisser Abgase wird die für die Verdampfung erforderliche Wärmeenergie bereitgestellt. Die Zumischung dieses Abgases reduziert den Sauerstoffgehalt des Gemisches und benötigt eine Strömungsstrecke, welche einen Abstand zwischen der Flammenwurzel und der Stauscheibe schafft. Das Mischungsverhältnis bestimmt die Vergasungs- und Verbrennungstemperatur. Der von der Luftführung und der vom eingespritzten Brennstoff erzeugte Impuls erzeugt eine Saugwirkung und führt zu einer ersten äusseren Rezirkulation von heissen Verbrennungsgasen. Dieser Heissgasstrom wird zwischen die Zuluftstrahlen eingesogen. Der erste Rezirkulations-Heissgasstrom bildet in der Folge mit der Zuluft zusammen eine becherförmig sich ausweitende und um ihre Mittelachse drehende Ringströmung. Durch die Ausweitung der laminar-turbulenten Scherströmung der zugeführten Zuluft in den Feuerraum und die zwischen die Zuluftstrahlen gefächerten Heissgase entsteht in der Mittelachse eine weitere Unterdruckzone, welche die innere Heissgasrezirkulation bewirkt. Flüssiger Brennstoff wird in die Heissgase der inneren Rezirkulation und in die becherförmige Strömung eingedüst. Die Heissgase der inneren Rezirkulation vermischen sich nach und nach mit der becherförmigen Strömung. Die becherförmige Strömung besteht aus einem zunehmend entflammaren Gemisch kommt allseitig mit heissen Verbrennungsgasen in Kontakt und vermischt sich mit diesen. Dank dieser Vermischung erhöht sich die Temperatur des Gemisches über die Zündtemperatur. Die Flamme brennt daher mit unzähligen Zungen nach allen Seiten, nach innen und aussen, im Gegenstrom zu einer zweiten Heissgasrezirkulation. Die Verbrennung erfolgt mit blauer Low-NOx-Hohlkegelflamme und NOx-Werten an der Grenze des theoretisch Machbaren und zudem mit niedrigem Schallpegel.

Ein weiterer Vorteil des Brenners und des Verfahrens ist die Verwendbarkeit von Brenner und Verfahren mit Naturgas als Brennstoff. Das Gas kann dabei im Bereich der Stauscheibe, in den Zuluftkanal zwischen Ventilator und Stauscheibe oder auf der Ansaugseite des Ventilators der Zuluft beigemengt werden. Bei Gas als Brennstoff entfällt die Verdampfung des Brennstoffes. Die Vermischung von heissen Rezirkulationsgasen erhöht die Gemischtemperatur bei gleichzeitiger

Sauerstoffkonzentrations-Verminderung. Entscheidend ist hier das Erreichen eines vollständig homogenen Gemischs in der Mischzone, bevor die Verbrennung durch die zweite Heissgasrezirkulation in einem Abstand zur Stauscheibe zur Zündung gebracht wird.

- 5 Die Brenner für Öl und Gas können in einem Zweistoffbrenner kombiniert werden. Zudem besteht die Möglichkeit für eine weitere Kombination eines Brennstoffes, zum Beispiel Kohlestab, bei Feuerungsanlagen mit grossen Leistungen.

- 10 Die stabilen internen Strömungsverhältnisse haben eine sehr ruhige, nicht-flackernde Flamme zur Folge, was die Lärmemissionen und die Anregung von Kamindruckpulsationen entscheidend herabsetzt.

- Ein Brennerkopf zum Anordnen am Ende eines Zuluftkanals eines Blaubrenners weist eine den Zuluftkanal abströmseitig abschliessenden Stauscheibe auf. In der Stauscheibe sind eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Öffnungen vorhanden, welche auf einem Ring angeordnet sind. Diese
15 dienen zur Aufteilung eines überwiegenden Teils, vorteilhaft über 70% der Zuluft in Zuluftstrahlen. An den Öffnungen sind Leitschaufeln vorgesehen. Diese dienen dem Leiten jedes durch eine Öffnung aus dem Zuluftkanal ausströmenden Zuluftstrahls. Sie leiten den Zuluftstrahl in eine Richtung, die bezüglich der Richtung der anderen Zuluftstrahlen divergiert. Zwischen den Leitschaufeln sind Stauschaufeln ausgebildet. Mit den Stauschaufeln werden zwischen den Zuluftstrahlen
20 Unterdruckzonen erreicht. Damit die Gasströmung, in welcher sich die Flamme entwickelt, sich ungestört entwickeln kann, sind die Leitschaufeln und die Stauschaufeln in Strömungsrichtung vorteilhaft die letzten vor der Flamme angeordneten strömungsleitenden Teile.

- Vorteilhaft sind die Stauschaufeln und die Leitschaufeln einstückig an der Stauscheibe ausgebildet. Die
25 Stauschaufeln sind mit Vorteil trapezförmig ausgebildet. Vorzugsweise sind die Leitschaufeln an eine Trapezseite der Stauschaufeln anschliessend ausgebildet. Dadurch können Stauschaufeln, Leitschaufeln und die gesamte Stauscheibe aus einem einzigen Stücke Blech geschnitten und geformt werden. Die Produktion der Stauscheibe ist daher sehr einfach. Die Leitschaufeln schliessen vorteilhaft entlang einer Kante, insbesondere einer Biegekante, an die Stauschaufeln an. Die Leitschaufeln und die Stauschaufeln
30 schliessen dabei an dieser Kante zweckmässigerweise einen Winkel zwischen 100 und 160 Grad, vorzugsweise zwischen 110 und 140 ein.

- Die Öffnungen sind vorteilhaft um einen Zentralkörper herum ausgebildet. Der Zentralkörper ist bei einem Ölbrenner oder einem Zweistoffbrenner die Öldüse. Bei einem Gasbrenner ist der Zentralkörper
35 ohne weitere Funktion. Der Zentralkörper hilft, eine zentrale Unterdruckzone zu schaffen und führt die Luft bereits im Zuluftkanal. Die Leitschaufeln den begleiten Zentralkörper in Strömungsrichtung der Zuluft. Dabei schliesst der den Zentralkörper begleitenden Rand der jeweiligen Leitschaufel einen Winkel zu einer Mantellinie des Zentralkörpers ein.

Vorteilhaft liegt die Leitschaufel jedoch nicht vollständig am Zentralkörper an, so dass um die Brennstoffdüse herum ein feiner Ringspalt vorliegt. Dieser erlaubt durch den Ringspalt eine geringe Menge Zuluft dem Brennstoffstrahl zuzuführen, die für das Startverhalten des Brenners vorteilhaft ist.

- 5 Ein Blaubrenner mit einem Zuluft-Ventilator, einem daran anschliessenden Zuluftkanal, einer Brennstoffzuführung und einer elektrischen Zündung ist mit einem Brennerkopf ausgerüstet. Ein solcher Brenner weist die für den Brennerkopf spezifischen Vorteile auf. Der Zuluftventilator ist der Brennerleistung entsprechend dimensioniert. Die Brennstoffzuführung kann durch eine Gaszuführung vor der Stauscheibe und/oder durch eine Öldüse im Zentrum der Stauscheibe gewährleistet sein.

10

Ein solcher Brenner ist zweckmässigerweise in einen Heizkessel eingebaut. Der Heizkessel besitzt einen Kesselraum, der vorteilhaft durch einen Wärmetauscher unterteilt ist in einen zentralen Feuerraum und einen den Feuerraum parallel zur Einströmungsrichtung der Zuluft ummantelnden Abgasraum. Vorteilhaft ist der Wärmetauscher ein Spaltwendelwärmetauscher. Mit Spaltwendelwärmetauschern wird eine hohe Ausbeute an Konvektionswärme erreicht. Ein solcher ist daher besonders geeignet für

15 blau brennende Flammen, welche eine geringe Wärmestrahlung aufweisen.

Vorteile des Verfahrens und des Brennerkopfes sind insbesondere:

- die niedrigen Herstellungskosten,
 - 20 o da ein Flammbecher oder Flammrohr und generell feuerraumseitig jegliche Verschleissteile, wie Störkörper-Einbauten etc. entfallen und
 - o dank einer sehr einfachen Konstruktion für die Luftführung,
- die hohe Servicefreundlichkeit,
 - o dank Ausbleiben einer Verschmutzung des Brennerkopfes und
 - 25 o dank dem im Feuerraum keine Verschleissteile vorliegen,
- die äusserst niedrigen Schadstoffwerte: NO_x bei Öl ca. 40 mg/kWh
NO_x bei Gas ca. 20 mg/kWh

30

Im Folgenden wird die Erfindung an Ausführungsbeispielen anhand der Figuren genauer erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Gelbbrenner gemäss dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine Darstellung des Luftmusters bei einem derartigen Gelbbrenner,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemässen Brennerkopf in einem Brennerrohr, ohne einen die erste Rezirkulation dosierenden Flammbecher,

- 35 Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemässen Brennerkopf in einem Brennerrohr, mit einem die erste Rezirkulation dosierenden Flammbecher,

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer Blende mit vier Öffnungen und einer dazwischen platzierten Brennstoffdüse,

- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht einer Blende mit vier Öffnungen und einer dazwischen platzierten Brennstoffdüse, und mit schematisch eingezeichneten Zuluftstrahlen,
- Fig. 7 einen Längsschnitt durch einen Brennerkopf in einem Brennerrohr, mit einer Blende mit fünf kreisrunden Öffnungen,
- 5 Fig. 8 eine Frontalansicht des Brennerkopfes gemäss Figur 7,
- Fig. 9 eine Blende mit sechs trapezförmigen Öffnungen und sechs trapezförmigen Stauschaufeln dazwischen,
- Fig. 10 einen Querschnitt durch die Blende gemäss Figur 9, bei der die Stauschaufeln in einer Ebene liegen,
- 10 Fig. 11 einen Querschnitt durch die Blende gemäss Figur 9, bei der die Stauschaufeln pyramidal aufgebogen sind,
- Fig. 12 einen Längsschnitt durch einen Brennerkopf eines Gasbrenners mit schematischer Darstellung der Strömungen von Frischluft und heissen Abgasen,
- Fig. 13 einen Längsschnitt durch einen Brennerkopf eines Ölbrenners mit schematischer
- 15 Darstellung der Strömungen von Frischluft und heissen Abgasen,
- Fig. 14 einen Längsschnitt durch einen Heizkessel und einen Brenner mit einem Brennerkopf gemäss Figur 13,
- Fig. 15 einen Längsschnitt durch einen kurzen Heizkessel mit einem Wendelspaltwärmetauscher und einem Brenner mit einem an die räumlichen Gegebenheiten angepassten Brennerkopf.

20

Einander in der Funktion etwa entsprechende Teile sind in den Figuren mit denselben Bezugsziffern bezeichnet, selbst wenn deren Form unterschiedlich ist.

In Figuren 1 und 2 sind ein Längsschnitt durch einen Gelbbrenner 10 und eine Darstellung der

25 Strömungen im Bereich der Flamme eines solchen Gelbbrenners 10 dargestellt. Die Stauscheibe 17 des Gelbbrenners 10 gemäss Figur 1 unterscheidet sich in der Form von der in Figur 2 dargestellten Stauscheibe 17. Dennoch ist das Strömungsbild bei einem in Fig. 1 dargestellten Brenner 10 sehr ähnlich dem in Figur 2 dargestellten Strömungsbild.

30

Bei dem Gelbbrenner 10 gemäss Figur 1 ist ein Brennerrohr 13 und eine das Brennerrohr 13 abströmseitig vor dem Feuerraum 15 abschliessende Stauscheibe 17 geschnitten dargestellt. Im Brennerrohr 13 sind eine Öldüse 19 und zwei (dargestellt ist lediglich eine) Zündelektrode 21 angeordnet. Die Stauscheibe 17 besitzt eine zentrale Öffnung 20, um diese Öffnung herum ein Stauring 22 mit acht Leitschaufeln 23, und um den Stauring 22 herum eine Ringöffnung 26. Zwischen den

35 Leitschaufeln 23 sind grosse Stauschaufeln 27 angeordnet, die zusammen mit einem äusseren Bereich des Staurings 22 eine ringförmige Unterdruckzone 28 schaffen (Figur 2). Im Zentrum der ringförmigen Unterdruckzone 28 strömt der Hauptanteil der Zuluft in einem scharfen Zuluftstrahl 30 in den Feuerraum 15 ein. Um die Unterdruckzone 28 herum fliesst ein Zuluftmantel 32 in den Feuerraum 15. Aufgrund der Druckunterschiede und Unterschiede in der Fliessgeschwindigkeit der Zuluft ergeben

sich Rezirkulationsströmungen 34 am inneren Rand der Unterdruckzone 28. Durch die schmalen Schlitzöffnungen 36 zwischen den Leitschaufeln und den Stauschaufeln strömt eine geringe Zuluftmenge in die Unterdruckzone und bewirkt eine Rotation der Gase in der Unterdruckzone 28 um den zentralen Zuluftstrahl 30. In den Zuluftstrahl 30 wird der Brennstoff eingedüst und teilweise mit den Rezirkulationsströmungen 34 in der Unterdruckzone verwirbelt. In der Unterdruckzone verbrennt der Brennstoff unter Sauerstoffmangel. Diese Strömungs- und Druckverhältnisse halten die Flamme an der Stauscheibe. Es sind daher keine weiteren Massnahmen erforderlich, um eine stabile Flamme zu erhalten. Ein solcher Brenner brennt jedoch gelb und mit hohen Verbrennungstemperaturen und hohen Schadstoffemissionswerten.

Mit der Erfindung ist es nun gelungen, Druck- und Strömungsverhältnisse bei einem Blaubrenner 11 zu schaffen, welche eine stabile, leise und blau brennende Flamme im Feuerraum 15 schwebend festhalten.

In den Längsschnitten durch zwei Brennerrohre 13 gemäss den Figuren 3 und 4 sind keine Öldüsen 19 dargestellt. Die Lage der Öldüse 19 geht jedoch aus späteren Figuren hervor. Das Brennerrohr 13 gemäss Figur 3 und 4 bildet einen Zuluftkanal für Frischluft und allenfalls Naturgas. Auf der Achse 31, welche als Symmetrieachse oder Flammenachse bezeichnet werden kann, liegt die Öldüse mit der Düsenöffnung etwa in der Ebene der Stauscheibe 17.

Das Brennerrohr 13 ist abströmseitig mit einer Stauscheibe 17 abgeschlossen. Die Stauscheibe 17 ist zusammengesetzt aus einem Haltering 35 mit einer zentralen Öffnung und einem die zentrale Öffnung des Halterings 35 abdeckende Blende 37. Der Haltering ist in Strömungsrichtung der Zuluft an einen Dichtring 39 am abströmseitigen Ende des Brennerrohres 13 angeschlagen. Am Haltering 35 sind zwei Zündelektroden 21 (in den Figuren 3 und 4 ist jeweils lediglich eine gezeichnet) und eine Halterung 41 für die Brennstoffdüse 19 (nicht dargestellt). Die Halterung 41 ist nicht geschnitten gezeichnet. Am Haltering 35 ist zudem ein Rohr 43 zur Flammenüberwachung angebracht.

Die Blende 37 ist in Strömungsrichtung an den Haltering angeschlagen und daran festgeschraubt. Die Blende 37 ist eine etwa kreisrunde Scheibe mit einer zentralen Öffnung für die Spitze der Brennstoffdüse 19 (vergleiche Figur 5). In einem Ring um die zentrale Öffnung herum ist das Blech, aus dem die Blende 37 gefertigt ist, mit einem Laser zugeschnitten. Dabei sind zwölf Lamellen ~~angeschnitten~~, die zu Leitschaufeln 23 umgebogen werden können. In Figuren 3 und 4 sind jeweils die Hälfte der Leitschaufeln 23 sichtbar. Diese Leitschaufeln 23 sind jeweils am Rand einer Öffnung 45 angeordnet. Die Öffnungen 45 bilden abwechselnd mit zwischen den Öffnungen 45 angeordneten Stauschaufeln 27 einen Ring um die Brennstoffdüse herum. Die Leitschaufeln 23 sind über etwa radial sich erstreckende Biegekanten 47 mit den Stauschaufeln 27 verbunden. Die Leitschaufeln 27 sind derart zugeschnitten, dass in umgebogenem Zustand der Leitschaufel eine innere Schaufelkante etwa parallel zu einer Aussenform der Brennstoffdüse 19 verläuft. Die Neigung der Leitschaufeln zu den

Stauschaufeln liegt in den in den Figuren 3 bis 6 dargestellten Beispielen bei etwa 45 Grad. Die Stauschaufeln 27 liegen in einer gemeinsamen Ebene.

In Figur 4 ist dieselbe Anordnung wie in Figur 3 dargestellt, jedoch mit einem Unterschied: In Figur 4 ist zusätzlich ein kurzes Flammrohr zur Dosierung der Menge an rezirkuliertem Heissgas vorhanden. Dieses Flammrohr 49 besitzt denselben Durchmesser wie das Brennerrohr 13. Es ist einstückig mit dem Brennerrohr 13 gefertigt. Zwischen dem Flammrohr 49 und dem Brennerrohr 13 ist ein Ringspalt 51 ausgebildet. Dieser Ringspalt dosiert die Rezirkulation der Abgase. Ein solches Flammrohr 49 kann bei dem erfindungsgemässen Brenner vorgesehen sein. Es ist jedoch nicht erforderlich. Durch die Wahl und Einstellung der Blende 37 ist in praktisch jedem Feuerraum 15 und bei jeder Leistung eine Stabilisierung der blauen Flamme auch ohne Flammrohr 49 zu erreichen.

Die Blende 37 in Figur 5 besitzt um die zentrale Düsenöffnung herum vier Öffnungen 45. zwischen diesen Öffnungen 45 sind vier Stauschaufeln 27 angeordnet. Die Stauschaufeln 27 sind trapezförmig. Die Trapezbasis liegt auf einem äusseren Kreisbogen. Die beiden konvergierenden Trapezseiten verlaufen etwa radial. Die Öffnungen besitzen praktisch den gleich grossen Querschnitt wie die Stauschaufel 27. Die Leitschaufeln 23 besitzen zwar eine grössere Fläche als die Stauschaufeln 27, jedoch ist die Öffnung 45 kleiner als die Fläche der Leitschaufeln 23, da die Leitschaufeln 23 nicht senkrecht zur Blendenebene stehen. Die Biegekante 47 zwischen Stauschaufel 27 und Leitschaufel 23 bildet eine der konvergierenden Trapezseiten. Die andere Trapezseite der Stauschaufel 27 wird durch eine Schneidkante gebildet. Diese Schneidkante und die Biegekante 47 konvergieren bezüglich der Stauschaufel 27 mehr als bezüglich der Öffnung 45 zwischen zwei Stauschaufeln 27.

In Figur 6 ist die in Figur 5 dargestellte Blende in einem flacheren Blickwinkel dargestellt und mit schematisch dargestellten Zuluftstrahlen versehen. Die Blende 37 besitzt vier Öffnungen 45, aus denen im Betrieb des Brenners Zuluft ausströmt. Die Zuluft wird durch die Stauschaufeln 27 und die Leitschaufeln 23, sowie die Brennstoffdüse 19 (oder einen anderen Zentralkörper) in vier Zuluftstrahlen 53 aufgeteilt. Diese Zuluftstrahlen 53 sind als transparente Körper dargestellt. Sie treten in einem von 90 Grad abweichenden Winkel zur Ebene der Blende 37 und der Stauscheibe 17 durch die Öffnungen 45 in der Blende 37 hindurch. Die Zuluftstrahlen 53 reissen dabei hinter den Stauschaufeln 27 vorliegende Gase mit. Der dadurch entstehende Unterdruck saugt aus der Umgebung Gase an, so dass sich jeweils ein langsamerer Gasstrom bildet zwischen jeweils zwei Zuluftstrahlen 53. Diese Gasströme werden im Wesentlichen durch Heissgase gebildet, die Abgase der Verbrennung und daher sauerstoffarm sind. Zwischen den laminaren Strömungen von Zuluft und Heissgasen entstehen Mischzonen. In diesen Mischzonen werden Zuluft und Abgase miteinander vermischt. Die in die Unterdruckzonen einströmende Zuluft aus den Zuluftstrahlen 53 verwirbeln mit den Heissgasen. Die Zuluftstrahlen 53 werden daher aufgebraucht. Daher sind sie als in Spitzen endende Arme dargestellt. Da die Zuluftstrahlen 53 divergieren, entsteht nicht nur jeweils eine periphere Unterdruckzone 55 zwischen zwei Zuluftstrahlen, sondern auch eine zentrale Unterdruckzone 57 zwischen den Zuluftstrahlen 53 auf

der Achse 31. Diese Unterdruckzonen 55,57 verhindern ein geradliniges Ausbreiten der Zuluftstrahlen 53. Die Unterdruckzonen halten diese Zuluftstrahlen 53 zusammen und bewirken daher, dass die Flamme tulpenförmig brennt.

- 5 Der flüssige Brennstoff wird in die sich verwirbelnden Gasströme gesprüht. Dabei ist es unerheblich, dass die Öltröpfchen sowohl in die Heissgase als auch in die Zuluftströme gelangen. Die Vergasung und die Verdunstung (je nach Temperatur der Umgebungsgase) erfolgt in beiden Fällen vor der Entflammung des Brennstoffs. Die Flamme brennt daher blau. Es wird vermutet, dass innerhalb der Zuluftstrahlen die Gastemperatur und in den Heissgasen die Sauerstoff- und die Brennstoff-
- 10 Konzentration erst dann genügend hoch sind, wenn der Brennstoff bereits gasförmig vorliegt. Die Temperatur der Gase nimmt mit Abstand von der Stauscheibe 17 dank dem Zuströmen von Heissgasen in einer sekundären Rezirkulation zu. Die sekundäre Rezirkulation geschieht von innen und von aussen zur Becherform der Flamme hin.
- 15 Dank den entstehenden Druckverhältnissen mit den zur Stauscheibe 17 zurückziehenden peripheren Unterdruckzonen einerseits, die durch die ausgeblasene Zuluft aufgebaut werden, und durch die zentrale Unterdruckzone andererseits, die durch das Auseinanderströmen der Zuluftstrahlen und der mitgerissenen Heissgase erzeugt wird, baut sich ein Gleichgewicht der Unterdruckzonen auf. In diesem Gleichgewicht erfolgt eine Verwirbelung, welche die Dynamik des starken thermodynamischen
- 20 Prozesses dominiert und der Flamme Stabilität verleiht. Der thermodynamische Prozess läuft dabei nicht in erster Linie von hinten nach vorne in Ausströmungsrichtung ab, sondern vom Flammeninnern in Richtung Flammenspitze. Die Flammenspitze liegt aber nicht auf einer Flammenachse. Es liegen vielmehr unzählige Flammenspitzen auf der Innenseite und der Aussenseite der becherförmigen Flamme vor. Dadurch, so muss vermutet werden, hebt sich der Einfluss des thermodynamischen
- 25 Prozess auf die Flammenstabilität teilweise auf, so dass die Dynamik der Strömungen genügt, die Flamme sicher zu halten.

- Es ist daher anzunehmen, dass die Form der Öffnungen eine untergeordnete Rolle spielt. So ist in Figuren 7 und 8 ein Brennerkopf dargestellt, bei welchem fünf Öffnungen 45 in der Blende 37 jeweils
- 30 kreisrund ausgestanzt sind. Die Stanzung umfasst eine Kreislinie von ca. 300 Grad. Über einen Winkel von 60 Grad liegt jeweils eine Biegekante 47 vor, entlang welcher die Leitschaufel 23 mit der Blende 37 verbunden ist. Die Richtung der durch diese Öffnungen 45 tretenden Zuluftstrahlen muss dank den Leitschaufeln 23 in einem Winkel zu den Öffnungsachsen (nicht dargestellt) der Öffnungen in der Blende 37 stehen. Die Zuluftstrahlen sind zudem tangential zu einem die Öffnungsachsen enthaltenden
- 35 Kreiszylinder gerichtet, daher liegt die Stelle der Zuluftstrahlen mit dem geringsten Abstand zur Achse 31 in der Ebene der Blende 37.

In Figuren 9 bis 11 sind zwei Blenden 37 dargestellt, die sechs Öffnungen 45 aufweisen. Die Blenden sind in der Art der Blenden gemäss Figuren 3 bis 6 aus einem Blechstück gebildet. Die Leitschaufeln 23

sind über eine Biegekante 47 mit den Stauschaufeln 27 verbunden. Die sechs Stauschaufeln 27 sind in Figur 9 und 10 ebenflächig und in einer gemeinsamen Ebene angeordnet dargestellt. In Figur 11 jedoch sind die Stauschaufeln 27 in Strömungsrichtung der Zuluft aufgebogen, Dadurch neigen sich die sich ergebenden Zuluftstrahlen nach aussen. Die primäre Rezirkulation der Heissgase entlang der Stauscheibe 17 erfolgt durch die Abwinkelung der Stauschaufeln 27 mit weniger Wirbelbildung bis tiefer zwischen die Zuluftstrahlen hinein.

Die Leitschaufeln 23 sind gegen die Strömungsrichtung der Zuluft gebogen. Dadurch ergeben sich Abreisskanten für die Zuluftströmung, an denen ein Unterdruck entsteht. Zentral ist in der Blende 37 eine Düsenöffnung vorgesehen. Diese ist vorteilhaft so gross dimensioniert, dass rings um die Düse ein feiner Luftspalt vorliegt.

In den Figuren 12 und 13 ist das Strömungsbild und Flammenbild der Gasflamme und der Ölflamme schematisch dargestellt. Beide Strömungsbilder sind identisch. Lediglich die Brennstoffzuführung unterscheidet sich. In Figur 12 ist die Brennstoffzuführung durch eine Gasdüse 18 in der Ebene der Stauscheibe 17 gebildet. Die Gasaustrittöffnungen sind in einem Winkel von 45 Grad zur Achse 31 gerichtet. Das Gas tritt daher in die an der Gasdüse 18 vorbeistreichende Zuluft hinein und gelangt mit den Zuluftstrahlen 53 in die Flamme. Gas kann jedoch auch stromauf der Stauscheibe der Zuluft zugeführt werden.

Im Gegensatz dazu wird Öl direkt in den Feuerraum 15 eingespritzt. Das Öl gelangt zuerst in den Bereich der zentralen Unterdruckzone 57. In den Heissgasen in der zentralen Unterdruckzone 57 verdunstet und verdampft ein Grossteil des Brennstoffs in sauerstoffarmer Umgebung. Jeweils ein untergeordneter Anteil des Brennstoffes gelangt in Tröpfchenform in die Heissgase der peripheren Unterdruckzonen 55 und vermutlich auch in die Zuluft der Zuluftstrahlen 53. Trotzdem, wie vermutet werden muss, Öltröpfchen in die Zuluftstrahlen 53 gelangen, entsteht keine gelbe Flamme. Die Flamme brennt äusserst ruhig, blau und stabil. Es muss angenommen werden, dass die in die Zuluftstrahlen gelangenden Öltröpfchen bereits aufgeheizt sind, so dass sie sehr rasch darin verdunsten, dass die Temperatur der Zuluft in diesem Bereich unter der Zündtemperatur liegt, und dass der Anteil des in die Zuluftstrahlen eindringenden, noch nicht vergasten Brennstoffes gering ist.

Wie aus den Darstellungen der Figuren 12 und 13 ersichtlich ist, gelangt die Zuluft 61 aus dem Zuluftkanal oder Brennerrohr 13 durch die Öffnungen 45 in der Blende 37 in Form von Zuluftstrahlen 53 in den Feuerraum 15. Die Zuluftstrahlen 53 sind dank den Leitschaufeln 23 gerichtet. Die Stauschaufeln 27 zwischen den Öffnungen 45 schaffen periphere Unterdruckzonen 55 zwischen den Zuluftstrahlen 53, in welche hauptsächlich von Aussen Heissgase rezirkulieren. Die Zuluftstrahlen 53 und diese primär rezirkulierten Heissgase 63 in den peripheren Unterdruckzonen 55 bilden eine laminar-turbulente Scherströmung, vermischen sich und bilden eine becherförmige, rotierende Mantelströmung 65 mit einer zentralen Gegenströmung 67 von sauerstoffarmen Heissgasen. Die

Verwirbelung der becherförmigen Mantelströmung 65 mit den sekundär rezirkulierten Heissgasen 67,69 aus der zentralen Unterdruckzone 57 und aus der Peripherie führt zu einer homogenen Vermischung von Heissgasen, Zuluft und Brennstoffgasen, die eine sehr harmonische Verbrennung erlauben.

- 5 Die in der Flamme auftretende Expansion der Gase kann sich zur Achse 31 hin und nach Aussen ausdehnen. Die auf Grund der thermischen Entwicklung entstehende Dynamik entspannt sich daher vorwiegend ringförmig und radial nach Innen und Aussen. Die auftretenden Kräfte sind somit zu einem grossen Anteil einander entgegengerichtet. Dadurch bleibt die axial sich entspannende Dynamik zwischen den Zuluftstrahlen 53 und den Unterdruckzonen 55,57 für den Flammenhalt dominant über
10 die radial sich entwickelnden thermodynamischen Abläufe.

- In Figur 14 ist der Brennerkopf gemäss Figur 13 in einem konventionellen Heizkessel eingesetzt. Der Brenner ist mit einem Ventilator, einer Ölpumpe und einer Zündelektronik ausgerüstet. Die durch die eingeblasene Zuluft im Feuerraum 15 des Kessels erreichte Dynamik der Strömungen ist bereits oben
15 beschrieben. Die Form und Grösse des Feuerraums 15 ist bei dieser Beschreibung nicht berücksichtigt. Dies kommt daher, dass die Form und die Grösse des Feuerraums 15 lediglich eine Bedingung erfüllen muss: Der Feuerraum muss der Flamme Raum zur Entfaltung zu bieten. Bestimmt beeinflussen die Druckverhältnisse und andere Parameter des Feuerraums und des Heizkessels das Verhalten der Flamme und die Verbrennung. Es ist jedoch bisher kein Kessel gefunden worden, in welchem die
20 stabile, schadstoffarme Verbrennung von Öl oder Gas mit dem beschriebenen Brennerkopf nicht gelungen wäre. Die Flamme brennt sogar im freien Raum und auch unter räumlich sehr engen Bedingungen.

- Der Heizkessel gemäss Figur 14 ist für eine lanzenförmige Flamme ausgelegt und bietet daher zu viel
25 Raum in Richtung der Achse 31. Die Verbrennung erfolgt jedoch davon unberührt sehr sauber, ruhig und stabil. Die Abgase werden gewendet und durch einen Wärmetauscher hindurch dem Kamin zugeführt.

- In Figur 15 ist ein sehr kurzer Heizkessel dargestellt. Gegenüber des Brennerkopfes ist ein
30 Flammenumlenkteil 71 angeordnet. Die kurzen Abmessungen des Feuerraums 15 wurden bisher dadurch erreicht, dass die Flamme mit dem Flammenumlenkteil 71 zu ihrer Wurzel zurückgelenkt wurde. Dieses Flammenumlenkteil 71 ist bei der gezeigten Zusammenstellung des Kessels jedoch nicht mehr notwendig. Es muss lediglich noch den Feuerraum 15 von einer Rauchgaskammer 73 hinter dem Flammenumlenkteil 71 abtrennen. Die mit dem erfindungsgemässen Verfahren gebildete Flamme
35 brennt becherförmig radial und weist eine sehr kurze Längenentwicklung auf. Sie ist daher auch für sehr kurze Feuerräume 15 geeignet.

Bei dem in Figur 15 dargestellten Heizkessel, einem Wandgerät, ist eine Spaltwendel-Wärmetauscher 75 vorgesehen, der den Feuerraum 15 zylindrisch ummantelt. Zwischen dem Spaltwendel-Wärmetauscher

75 und der Kesselwandung ist ein zylindermantelförmiger Abgasraum 77 ausgebildet. Dieser Abgasraum ist durch die ersten Windungen des Spaltwendel-Wärmetauschers von der Rauchgaskammer 73 getrennt. Die Rauchgaskammer 73 besitzt eine Öffnung in einen Kaminzug 79. Der Kaminzug 79 besitzt ein Kunststoffrohr mit integriertem Frischluftkanal 81.

5

Die Frischluft wird durch den Frischluftkanal 81 im Gegenstrom zum Rauchgas im Kaminzug 79 angesogen. Mit dem Ventilator 83 wird die Zuluft durch ein sehr kurzes Brennerrohr 13 gegen die Stauscheibe 17 geführt. Mit der Blende 37 in der Stauscheibe werden Zuluftstrahlen 53 geformt, die in den Feuerraum 15 einblasen. Im Windschatten der Stauschaufeln 27 der Blende 37 bilden zwischen den Zuluftstrahlen 53 periphere Unterdruckzonen und zentral eine zentrale Unterdruckzone 57. Das eingedüste Heizöl verdunstet/verdampft in sekundär rezirkulierten den Heissgasen der zentralen Unterdruckzone 57 und wird zusammen mit diesen Heissgasen in die tulpenförmige Mantelströmung 65 aus Zuluft und primär rezirkulierten Heissgasen eingemischt und verbrennt in einer blauen Flamme. Die entstehenden Heissgase rezirkulieren teilweise und entweichen zwischen den Spaltwendeln des Wärmetauschers 75 aus dem Feuerraum 15 in den Abgasraum 77. Dabei geben sie einen Grossteil ihrer Wärmeenergie durch Konvektion an den Wärmetauscher ab. Diese bereits gekühlten Abgase durchqueren den Spaltwendel-Wärmetauscher 75 ein zweites Mal und treten in die Rauchgaskammer 73 ein. Da die Zuleitung für das im Wärmetauscher fliessende Medium im Bereich der Rauchgaskammer 73 und die Ableitung des Mediums im Bereich des Brennerkopfes vorgesehen ist, durchströmen die Abgase zuerst einen heisseren Bereich des Wärmetauschers und bei der zweiten Querung einen kühleren Bereich des Wärmetauschers. Anschliessend gelangen die kühlen Rauchgase in den Kaminzug und erwärmen vor ihrem Austritt in die Atmosphäre die angesogene Frischluft.

In der folgenden Tabelle sind Parameter von sieben Beispielen von Blenden von erfindungsgemässen Brennerköpfen aufgeführt. Die Blenden sind in der Art der Blende gemäss Figur 5 ausgebildet. Die Brennerköpfe sind auf Leistungen von 16 bis 700 kW ausgelegt. Die Öffnungsringe der Blenden weisen einen äusseren Durchmesser von 27 bis 80 mm und daher einen Umfang von 84,8 bis 251,2 mm.

Bei Versuchen mit Brennern für grosse Leistungen hat sich gezeigt, dass eine kleinere Anzahl von Öffnungen und Stauschaufeln einer grösseren Anzahl vorzuziehen ist. Die Anzahl von vier Öffnungen und vier Stauschaufeln hat sich als für alle Leistungen geeignet erwiesen. Daher ist bei allen Beispielen eine Viererteilung verwendet worden. Die Masse der Stauschaufeln und der Öffnungen zwischen den Stauschaufeln sind wie folgt erfasst. Die Bezeichnungen sind in Figur 5 angegeben. Mit A ist die Länge der kleineren Trapezseite der Stauschaufel 27 bezeichnet, welche an die Brennstoffdüse anschliesst. Mit C ist die Basisbreite des Trapezes der Stauschaufeln bezeichnet. Mit H ist die grösste Weite zwischen zwei benachbarten Stauschaufeln 27 bezeichnet. Diesen Abstand weisen die Biegekante 47 und die dieser bezüglich der Öffnung gegenüberliegende Schneidekante an ihren Schnittpunkten mit dem Umfangkreis des Öffnungsringes auf. Mit H/C wird das Verhältnis der Masse H und C auf dem Umfangkreis angegeben. Dieses Verhältnis entspricht angenähert dem Verhältnis der

- Querschnittflächen von Zuluftstrahlen und Unterdruckzonen. Dieses Verhältnis verläuft etwa umgekehrt proportional zum dynamischen Druck P der Zuluft. Die Nennwerte der Ventilatoren sind in der Spalte P in Millibar angegeben. Das Produkt von P (mbar) und C/H liegt bei den Brennern trotz grossen Unterschieden bezüglich der Leistung (1: 45), bezüglich des Verhältnisses von C zu H (1: 5) und bezüglich des dynamischen Drucks der Zuluft (1: 4) innerhalb von relativ engen Grenzen zwischen 7,3 und 11,7 (1: 1.6) .

Leistung (kW)	Ø Blende	Teilung	A	C	H	Umfang	H/C	P (mbar)	$\frac{P \cdot C}{H}$
16	27	4	2	12	9	84.8	1:1.3	9	11.7
22	30	4	2	13	10.5	94.2	1:1.24	7.5	9.3
28	35	4	2	14	13.5	109.9	1:1.04	7.5	7.8
45	40	4	2	16	15.4	125.6	1:1.04	9	9.4
70	45	4	2	18	17.3	141.3	1:1.04	10.5	10.9
250	60	4	2	15	32.1	188.4	1:0.47	17	8
700	80	4	2	13	49.5	251.2	1:0.26	28	7.3

- Zusammenfassend gesagt weist ein Brennerkopf in einer Blende 37 wenigstens zwei, vorzugsweise vier Öffnungen 45 mit einheitlich geneigten Leitschaufeln 23 für die Zuführung von Zuluft zu einem Feuerraum 15 in Form von Zuluftstrahlen 53 auf. Zwischen den Öffnungen 45 sind Stauschaufeln 27 zur Bildung von peripheren Unterdruckzonen 55 zwischen den Zuluftstrahlen 53 ausgebildet. Die Zuluftstrahlen 53 sind durch die Leitschaufeln 23 in eine bezüglich einer gemeinsamen Mittelachse 31 geneigte Lage gelenkt. Somit divergieren die Zuluftstrahlen 53 und bewirken dadurch eine zentrale Unterdruckzone 57 um die Achse 31 zwischen den Zuluftstrahlen 53. Durch den zentralen Unterdruck und die Neigung der Zuluftstrahlen bezüglich der Mittelachse wird eine Rotation der Zuluft um die Mittelachse 31 erreicht. Im Betrieb des Brenners werden Heissgase von aussen in die peripheren Unterdruckzonen 55 und entgegen der Strömungsrichtung der Zuluft in die zentrale Unterdruckzone 57 zwischen die Zuluftstrahlen 53 eingesogen. Diese Strömungsverhältnisse schaffen ideale Verhältnisse für die Verbrennung von gasförmigem, flüssigem und/oder partikelförmigem Brennstoff in einer ruhigen, kühlen und schadstoffarmen Flamme. Diese Verbrennung ist praktisch unabhängig von der Feuerraumgrösse und Feuerraumform, sowie von den Druckverhältnissen im Feuerraum. Es sind dieses Verbrennungsverfahren und solche Vorrichtungen für Feuerungsanlagen von 16 kW bis 1000 kW oder mehr Leistung geeignet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen eines flüssigen, gasförmigen und/oder partikelförmigen Brennstoffes mit einer niedrigen Flammentemperatur und niedrigen Schadstoffemissionswerten, bei welchem Verfahren Brennstoff und Zuluft einem Feuerraum (15) zugeführt und im Feuerraum (15) entflammt werden, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Zuluft in zwei oder mehr von voneinander beabstandeten und divergierenden Zuluftstrahlen (53) in den Feuerraum (15) geblasen wird,
 - durch das Einblasen der Zuluft zwischen jeweils zwei Zuluftstrahlen (53) periphere Unterdruckzonen (55) im Feuerraum (15) geschaffen werden und im Feuerraum (15) vorliegende sauerstoffarme Abgase in Folge eines Unterdruckes in den peripheren Unterdruckzonen (55) von Aussen in die peripheren Unterdruckzonen (55) zwischen jeweils zwei Zuluftstrahlen (53) eingesogen werden,
 - und bei welchem Verfahren durch das divergierende Einblasen der Zuluftstrahlen (53) zentral zwischen den zwei oder mehr Zuluftstrahlen (53) eine zentrale Unterdruckzone (57) geschaffen wird und im Feuerraum vorliegende sauerstoffarme Abgase axial und entgegen der Strömungsrichtung der Zuluft in die zentrale Unterdruckzone (57) eingesogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Strömungsachse eines jeden Zuluftstrahls (53) bezüglich einer den Zuluftstrahlen (53) gemeinsamen Mittelachse (31) geneigt ist und einen minimalen Abstand zur Mittelachse (31) aufweist, der grösser als Null ist, und die Strömungsachsen der Zuluftstrahlen einander im Raum kreuzen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass flüssiger Brennstoff mit einer Düse (19) mit Vollkegelcharakteristik, gemischter Charakteristik oder Kegelmantelcharakteristik axial eingedüst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kegelscheitelwinkel der Düse (19) mindestens 45, vorteilhaft über 60 und höchstens 90 Grad misst, vorzugsweise 80 Grad misst.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass gasförmiger Brennstoff stromauf der Stauscheibe (17), vorteilhaft stromauf eines Ventilators für die Zuluft, der Zuluft beigemischt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuluft mit einem dynamischen Überdruck von 4 bis 50 Millibar, vorteilhaft zwischen 7 und 28 mbar ausgeblasen wird.

7. Brennerkopf zum Anordnen am Ende eines Zuluftkanals (13) eines Low-NO_x-Brenners
 - mit einer den Zuluftkanal (13) abströmseitig abschliessenden Stauscheibe (17), gekennzeichnet durch
 - eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Öffnungen (45) in der Stauscheibe (17), zur Aufteilung eines überwiegenden Teils der Zuluft in Zuluftstrahlen (53), welche Öffnungen (45) auf einem Ring angeordnet sind,
 - Leitschaufeln (23) bei den Öffnungen (45) zum Leiten jedes durch eine Öffnung aus dem Zuluftkanal (13) ausströmenden Zuluftstrahls (53) in eine bezüglich der anderen Zuluftstrahlen (53) divergierende Richtung,
 - und Stauschaufeln (27), welche zwischen den Öffnungen (45) angeordnet sind, um zwischen den Zuluftstrahlen (53) periphere Unterdruckzonen (55) zu erreichen.
8. Brennerkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (23) bei den Öffnungen (45) einheitlich geneigt sind und die ausströmenden Zuluftstrahlen (53) derart leiten, dass die Strömungsachsen der Zuluftstrahlen einander und die den Zuluftstrahlen gemeinsame Mittelachse im Raum kreuzen.
9. Brennerkopf nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Stauschaufeln (27) und die Leitschaufeln (23) einstückig an der Stauscheibe (17) ausgebildet sind.
10. Brennerkopf nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (23) und die Stauschaufeln (27) aus einem flächigen Blechstück geformt sind.
11. Brennerkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Stauschaufeln (27) trapezförmig ausgebildet sind und die Leitschaufeln (23) an eine Trapezseite anschliessend ausgebildet sind
12. Brennerkopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (23) entlang einer Kante, insbesondere einer Biegekante (47), an die Stauschaufeln (27) anschliessen und Leitschaufeln (23) und Stauschaufeln (27) an dieser Kante (47) einen Winkel zwischen 95 und 160 Grad, vorzugsweise zwischen 110 und 140 Grad einschliessen.
13. Brennerkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (45) um einen Zentralkörper (19) herum ausgebildet sind.
14. Brennerkopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zentralkörper eine Brennstoffdüse (19) für flüssigen Brennstoff ist, und diese Brennstoffdüse eine Vollkegelcharakteristik, eine gemischte Charakteristik oder eine Kegelmantelcharakteristik aufweist.

15. Brennerkopf nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (23) den Zentralkörper (19) in Strömungsrichtung der Zuluft begleiten.
16. Brennerkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass um die Brennstoffdüse (19) herum ein feiner Ringspalt vorliegt, um durch den Ringspalt eine geringe Menge Zuluft dem Brennstoffstrahl zuzuführen.
17. Brennerkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass um den Ring der Öffnungen (45) herum mit einem Abstand von den Öffnungen (45) Sekundärluftöffnungen in der Stauscheibe (17) vorhanden sind.
18. Blaubrenner mit einem Zuluft-Ventilator, einem daran anschliessenden Zuluftkanal (13), einer Brennstoffzuführung, einer elektrischen Zündung (21) und einem Brennerkopf gemäss einem der Ansprüche 7 bis 16.
19. Blaubrenner gemäss Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine Gaszuführung und eine Öldüse (19).
20. Heizkessel mit einem Kesselraum, einem Wärmetauscher (75) und einem Brenner gemäss Anspruch 18 oder 19.
21. Heizkessel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Kesselraum durch einen Wärmetauscher (75) unterteilt ist in einen zentralen Feuerraum (15) und einen den Feuerraum parallel zur Einstromungsrichtung der Zuluft ummantelnden Abgasraum (77) .
22. Heizkessel nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (75) ein Spaltwendelwärmetauscher ist.
23. Blende (37) für einen Brennerkopf eines Low-NOx-Brenners und zum Einsetzen am Ende eines Brennerrohres (13), gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Öffnungen (45) zur Aufteilung eines überwiegenden Teils der Zuluft in Zuluftstrahlen (53), welche Öffnungen (45) auf einem Ring angeordnet sind,
 - Leitschaufeln (23) bei den Öffnungen (45) zum Leiten jedes durch eine Öffnung (45) aus dem Zuluftkanal (13) ausströmenden Zuluftstrahls (53) in eine bezüglich der anderen Zuluftstrahlen (53) divergierende Richtung,
 - und Stauschaufeln (27), welche zwischen den Öffnungen (45) angeordnet sind, um zwischen den Zuluftstrahlen (53) periphere Unterdruckzonen (55) zu erreichen.

1/10

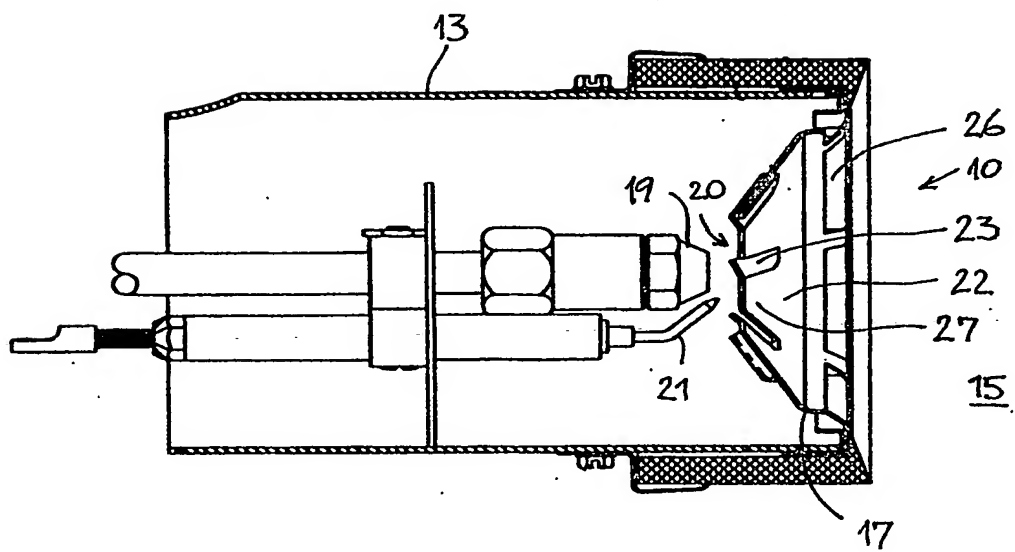


Fig. 1

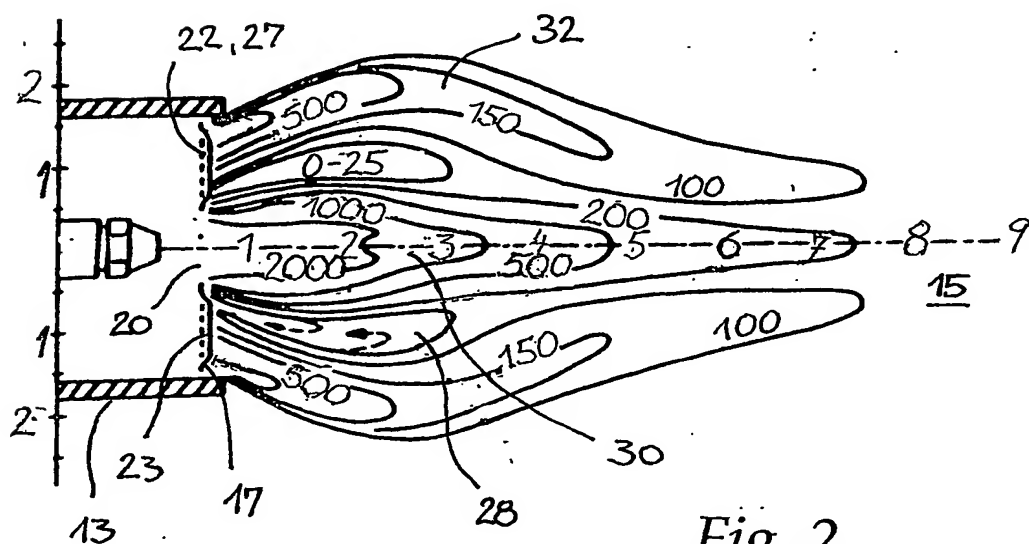
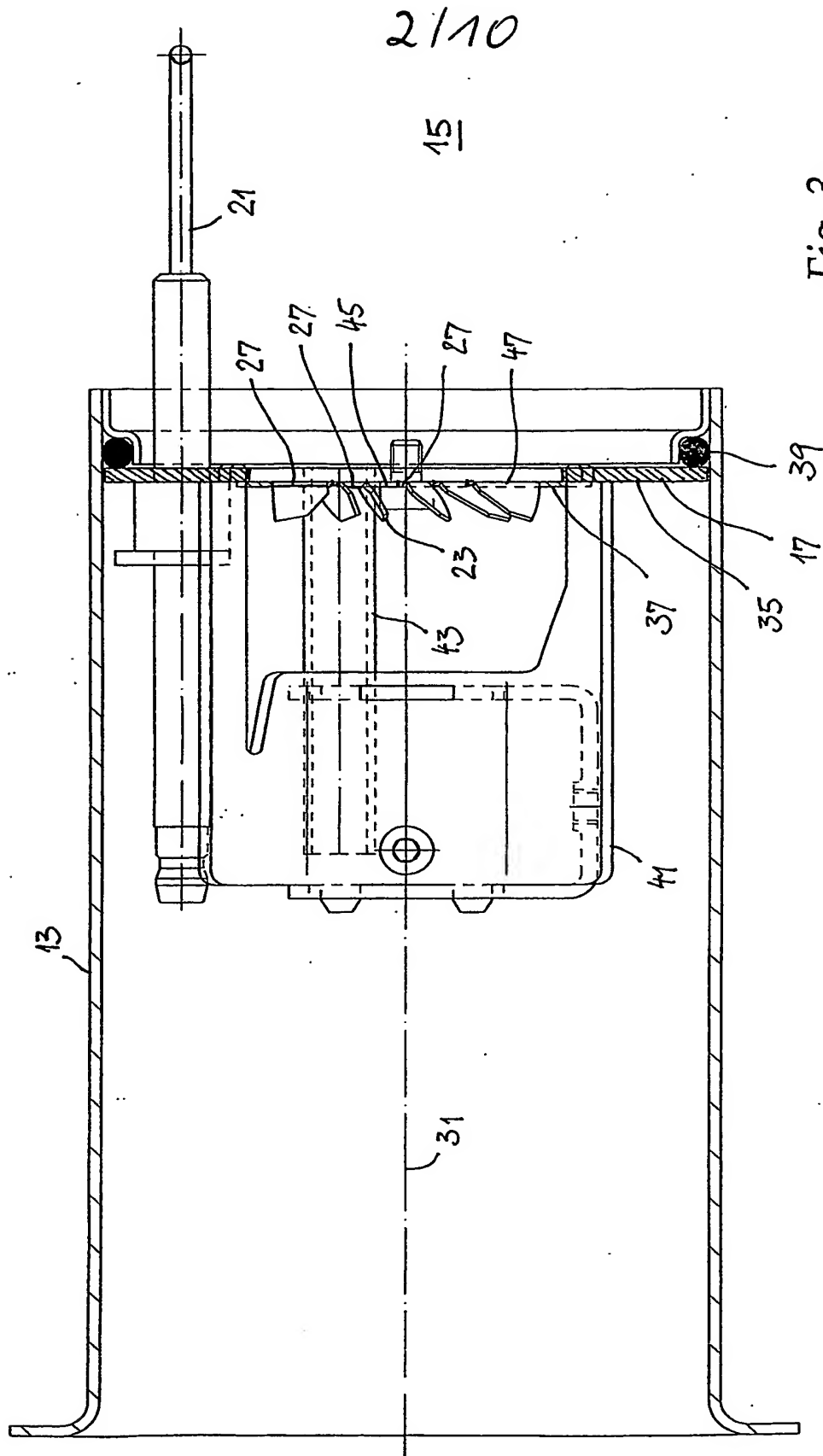
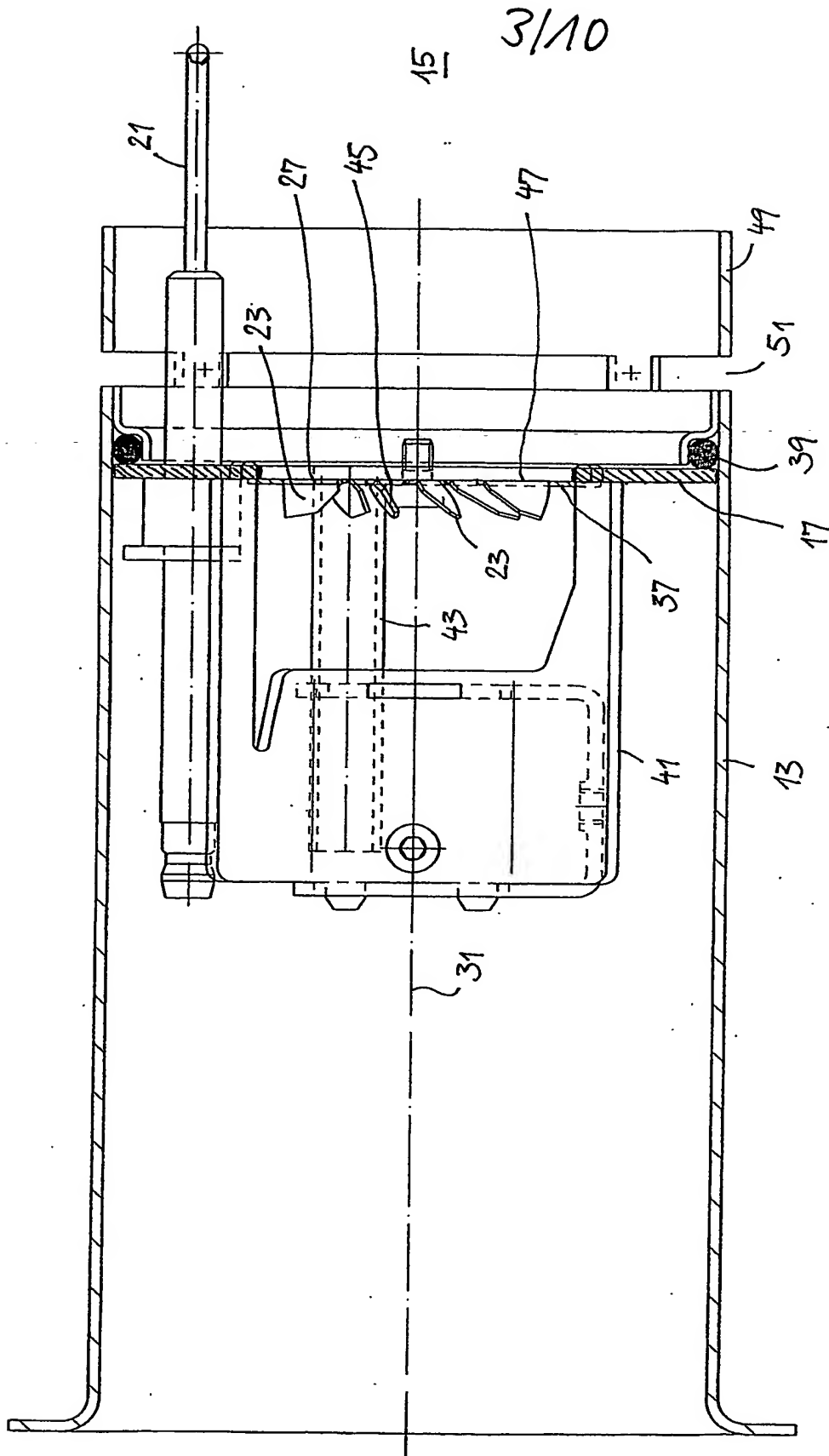
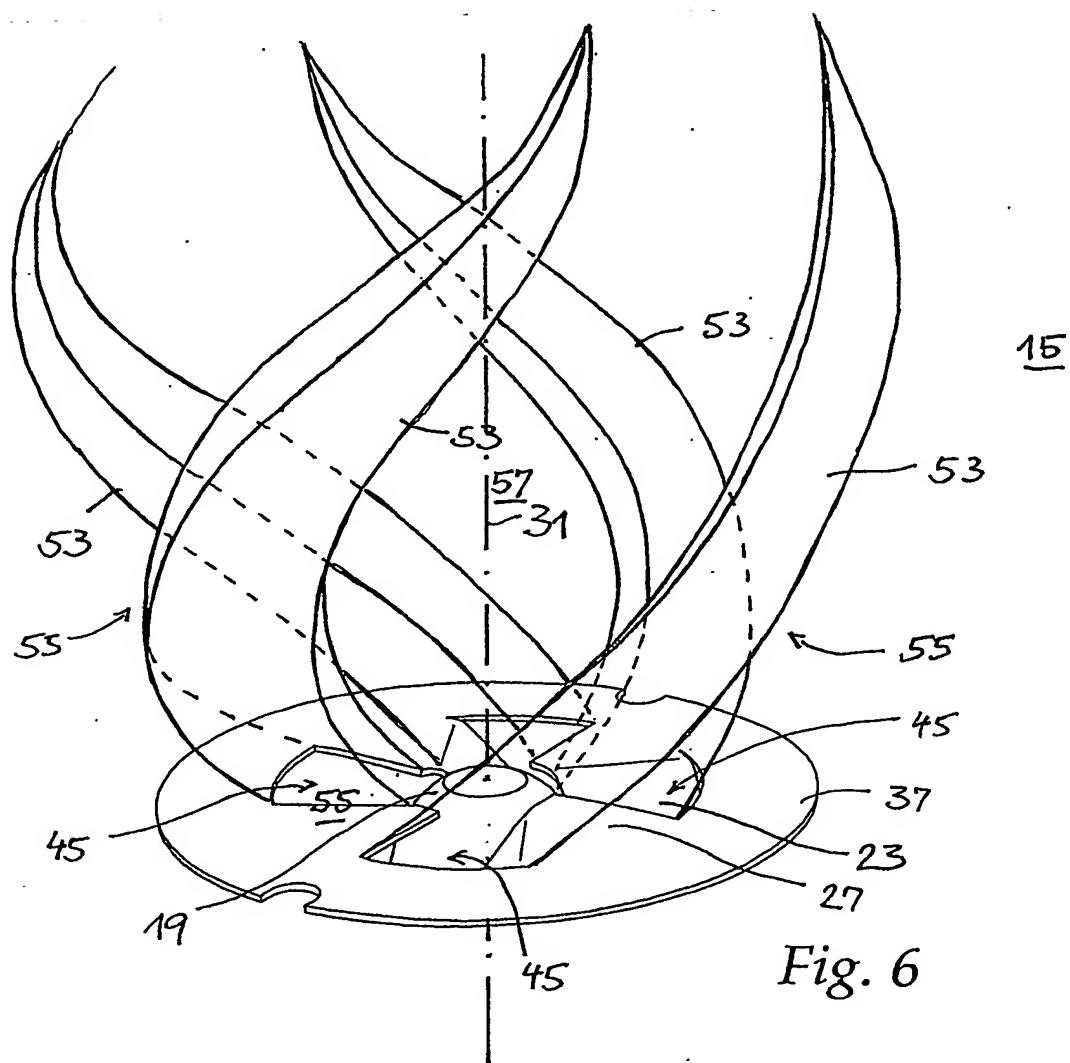
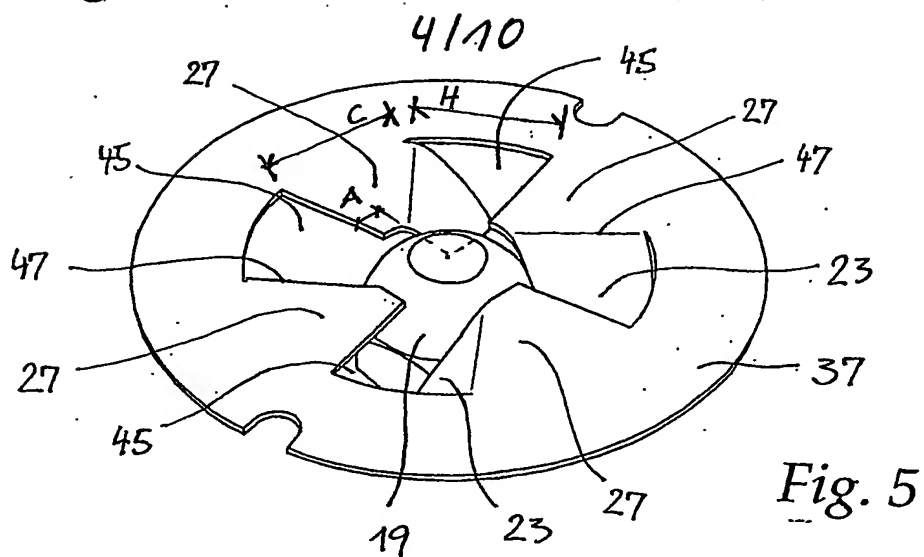


Fig. 2







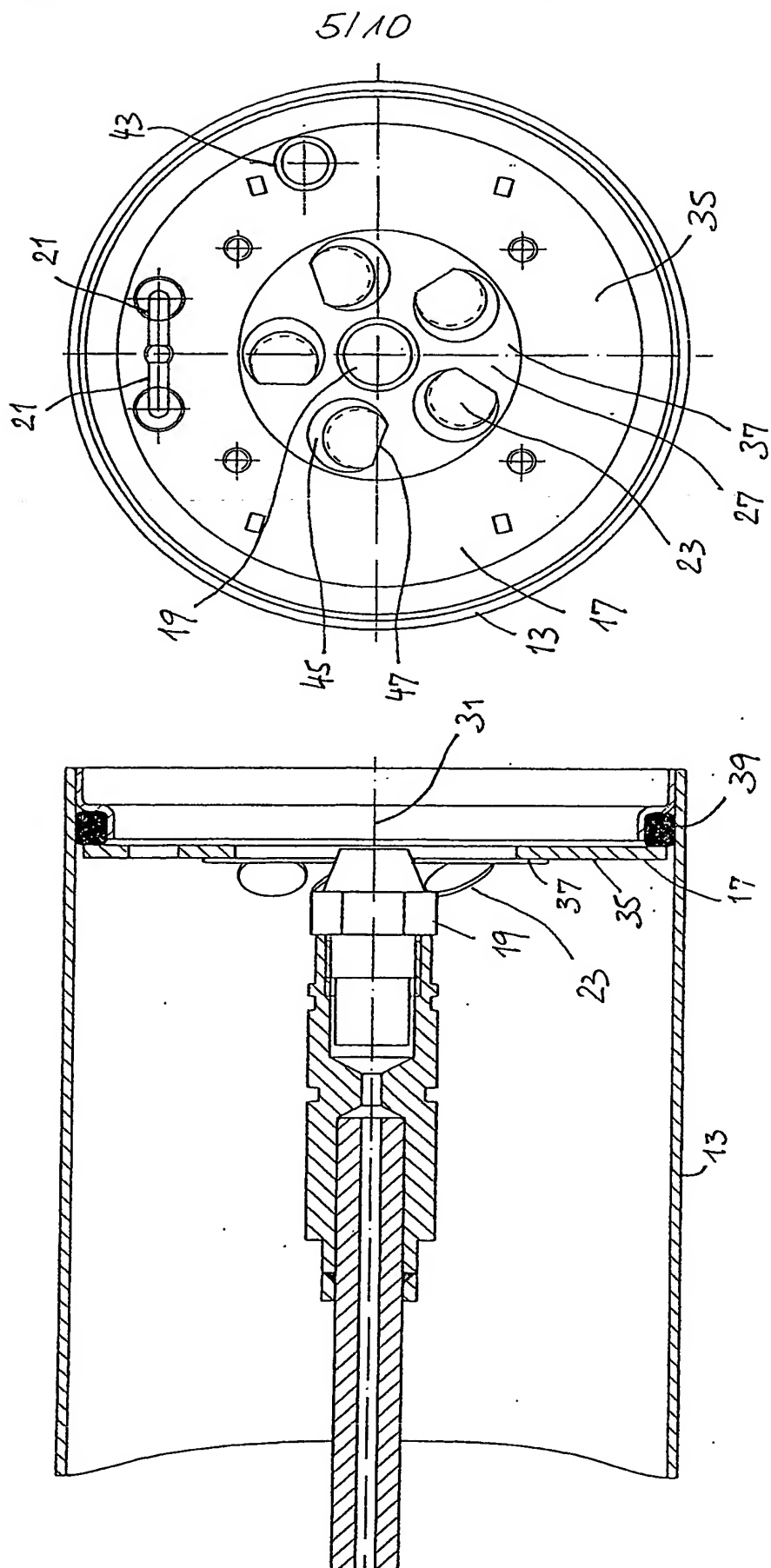
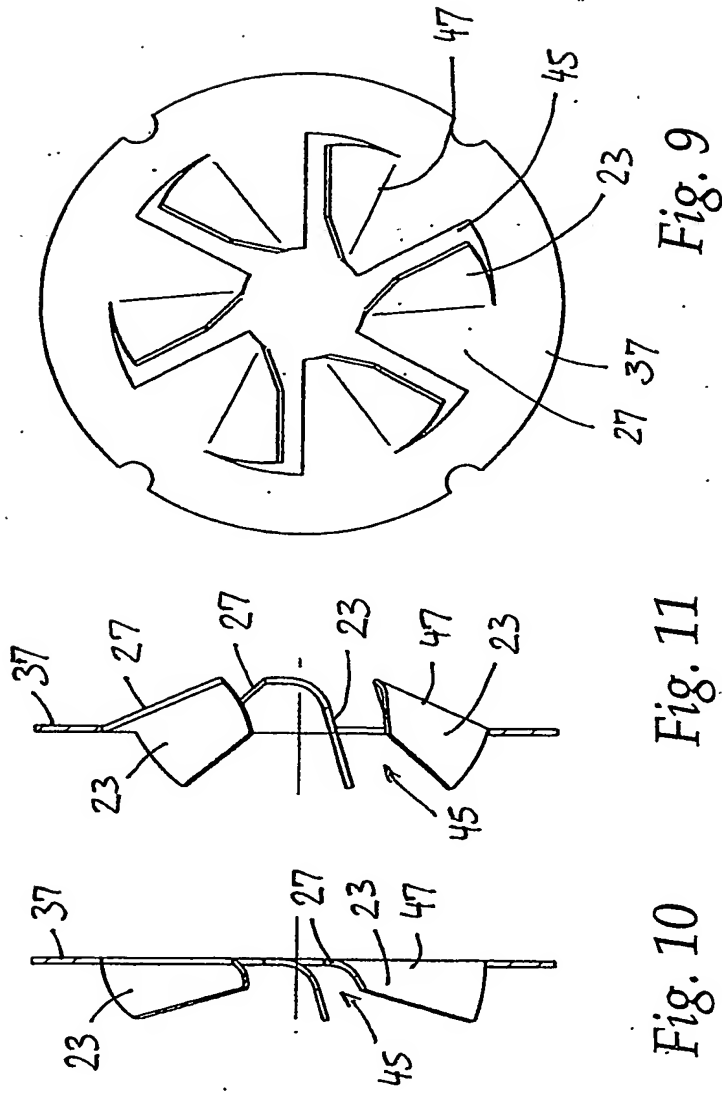


Fig. 8

Fig. 7

6/10



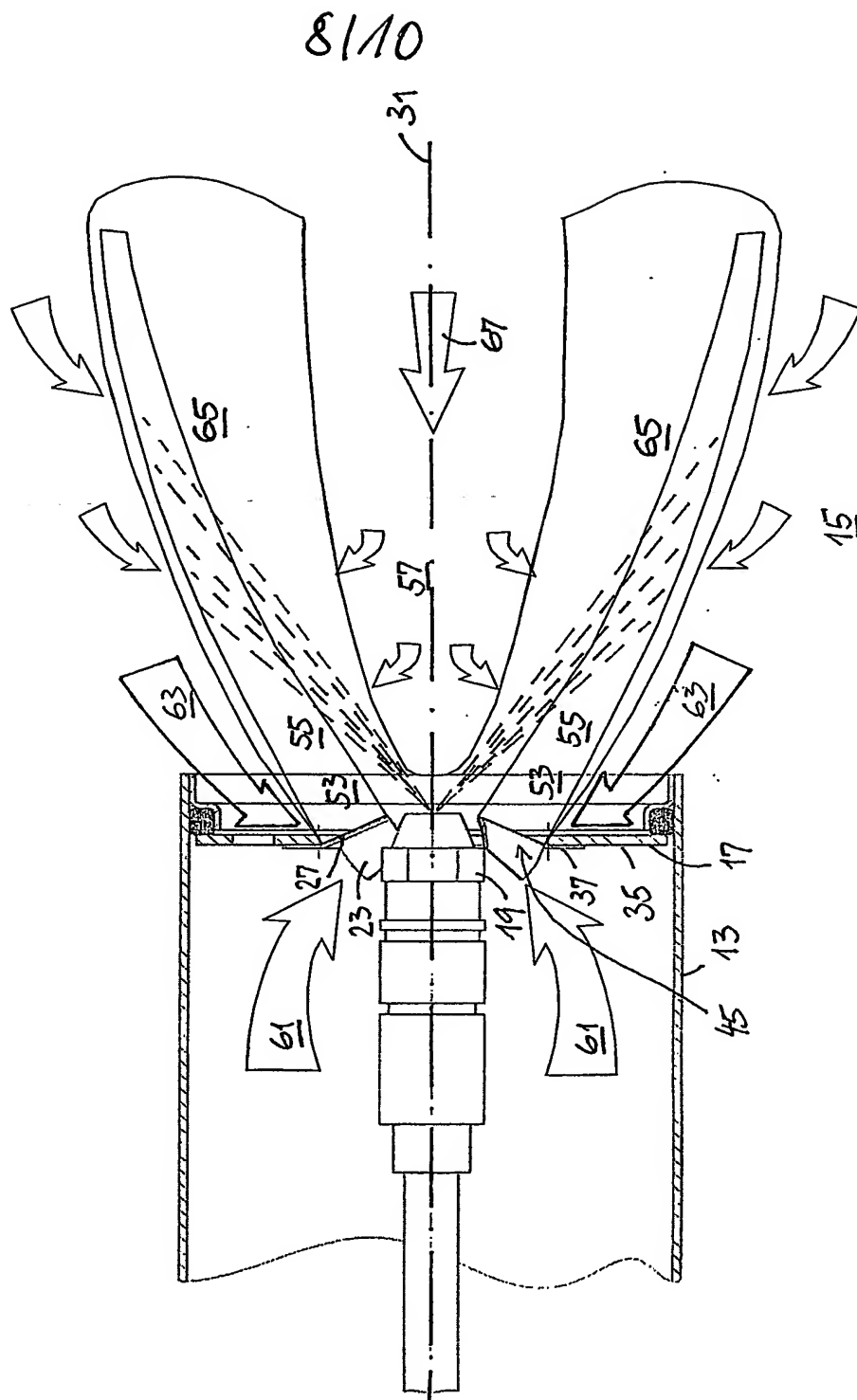
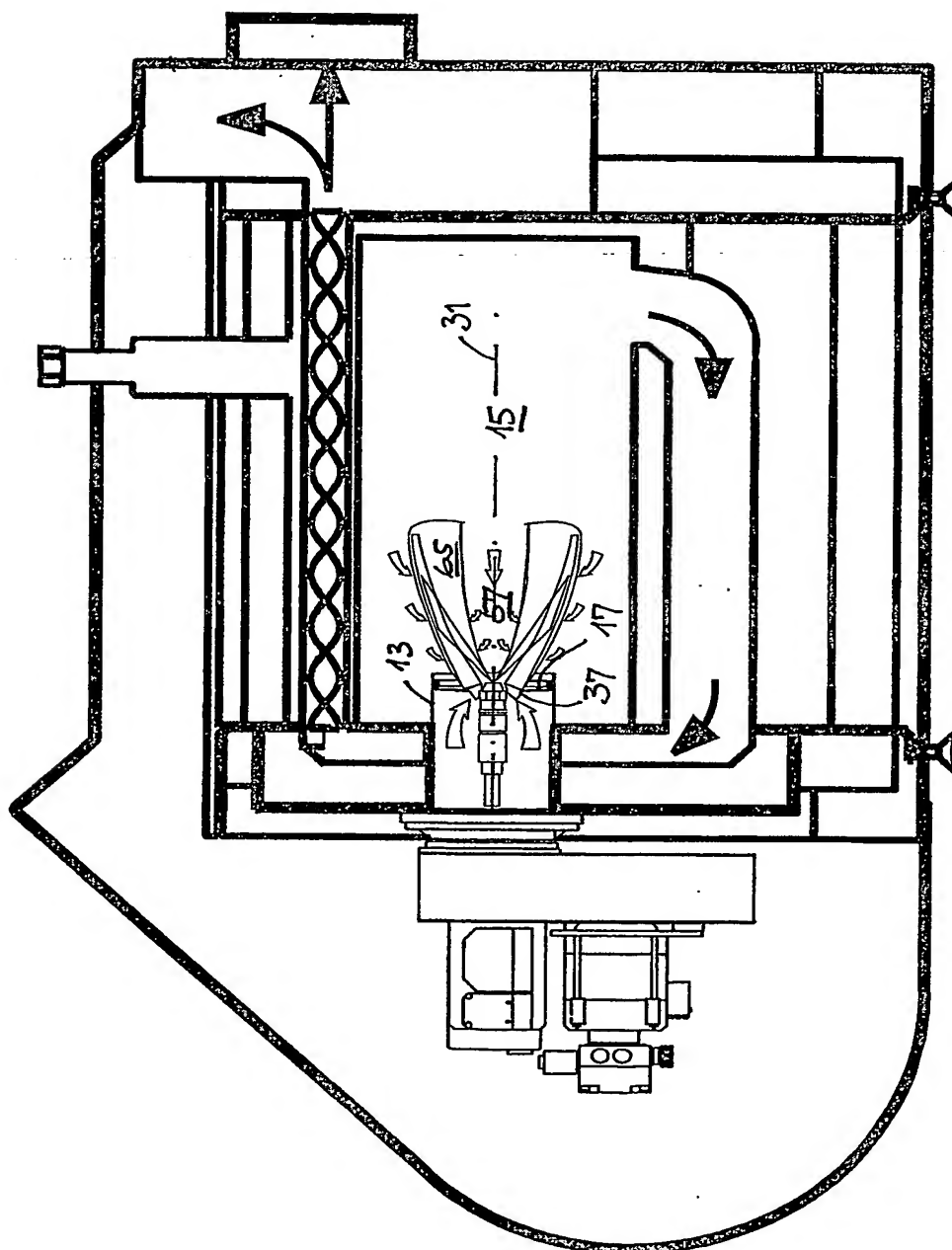


Fig. 13

9/10

Fig. 14



10/10

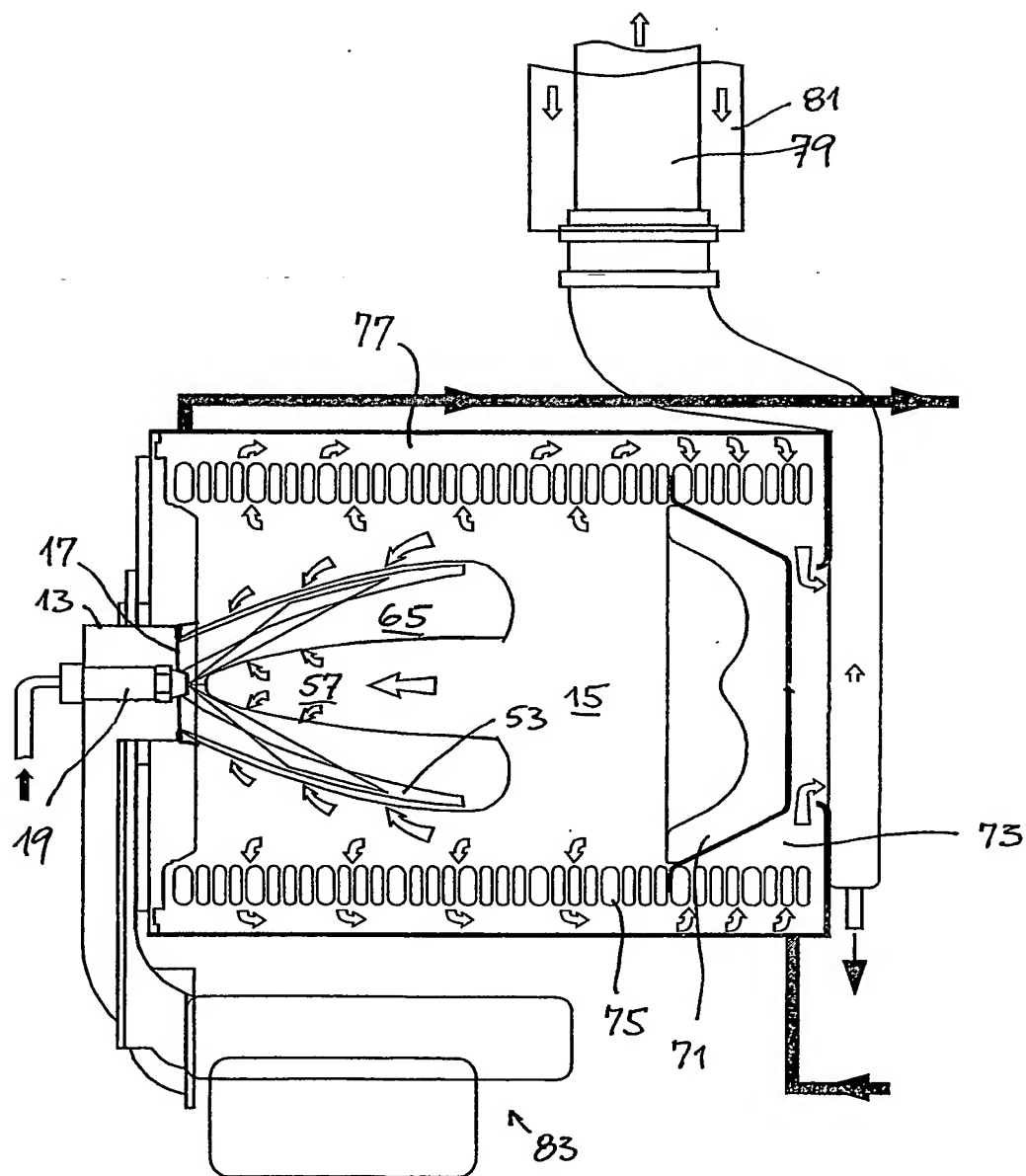


Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/03/00691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F23D11/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F23D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 867 658 A (VTH AG) 30 September 1998 (1998-09-30) cited in the application the whole document	1, 7, 23
A	DE 40 08 692 A (KOERTING HANNOVER AG) 31 January 1991 (1991-01-31) the whole document	1, 7, 23
A	DE 90 12 283 U (HOFAMAT HOFFMANN GMBH) 3 January 1991 (1991-01-03) the whole document	1, 7, 23



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 January 2004

Date of mailing of the international search report

23/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Theis, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/03/00691

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0867658	A	30-09-1998	AT 197844 T	15-12-2000
			AT 210266 T	15-12-2001
			AU 6606498 A	20-10-1998
			WO 9843019 A1	01-10-1998
			DE 59800350 D1	04-01-2001
			DE 59802337 D1	17-01-2002
			EP 0867658 A1	30-09-1998
			EP 0970327 A1	12-01-2000
			ES 2154491 T3	01-04-2001
			US 6305331 B1	23-10-2001
			US 2001031440 A1	18-10-2001
DE 4008692	A	31-01-1991	DE 8909202 U1	14-09-1989
			DE 4008692 A1	31-01-1991
			DE 9003176 U1	07-06-1990
DE 9012283	U	03-01-1991	DE 9012283 U1	03-01-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Patentsymbol

PCT 03/00691

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F23D11/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfung (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F23D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 867 658 A (VTH AG) 30. September 1998 (1998-09-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,7,23
A	DE 40 08 692 A (KOERTING HANNOVER AG) 31. Januar 1991 (1991-01-31) das ganze Dokument	1,7,23
A	DE 90 12 283 U (HOFAMAT HOFFMANN GMBH) 3. Januar 1991 (1991-01-03) das ganze Dokument	1,7,23

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

7. Januar 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

23/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2250 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Theis, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu derselben Patentfamilie gehören

Internationale Einzelzeichen

PCT/93/00691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0867658	A	30-09-1998	AT 197844 T	15-12-2000
			AT 210266 T	15-12-2001
			AU 6606498 A	20-10-1998
			WO 9843019 A1	01-10-1998
			DE 59800350 D1	04-01-2001
			DE 59802337 D1	17-01-2002
			EP 0867658 A1	30-09-1998
			EP 0970327 A1	12-01-2000
			ES 2154491 T3	01-04-2001
			US 6305331 B1	23-10-2001
			US 2001031440 A1	18-10-2001
DE 4008692	A	31-01-1991	DE 8909202 U1	14-09-1989
			DE 4008692 A1	31-01-1991
			DE 9003176 U1	07-06-1990
DE 9012283	U	03-01-1991	DE 9012283 U1	03-01-1991